

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**TRATAMIENTOS FOLIARES SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO
DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle), EN EL VALLE DE
CIENEGUILLO SUR, PIURA**

PRESENTADA POR:

Br. MARCO ANTONIO CHUMACERO BERMEO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FRUTICULTURA

PIURA, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**TRATAMIENTOS FOLIARES SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO
DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle), EN EL VALLE DE
CIENEGUILLO SUR, PIURA**

PRESENTADA POR:

Br. MARCO ANTONIO CHUMACERO BERMEO
TESISTA

Ing. ANGELINO CÓRDOVA PEÑA M.Sc.
ASESOR

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FRUTICULTURA

PIURA, PERÚ

2018

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo, MARCO ANTONIO CHUMACERO BERMEO, identificado con DNI N° 44392135, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en Calle Ernesto Che Guevara N° 221, San Martín, Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia de Piura, Departamento Piura.

Celular: 993866261

Email: mrctn103@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Noviembre del 2018



DNI N° 44392135

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA


ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



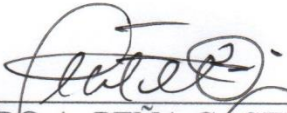
TESIS

**TRATAMIENTOS FOLIARES SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO
DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle), EN EL VALLE DE
CIENEGUILLO SUR, PIURA**

APROBADA POR:



Ing. VÍCTOR SANDOVAL CRUZ M.Sc.
PRESIDENTE



Dr. RICARDO A. PEÑA CASTILLO
VOCAL



Ing. CARLOS E. SAN MARTÍN ZAPATA M.Sc.
SECRETARIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FRUTICULTURA

PIURA, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE AGRONOMÍA




ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
085-2018-UIFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "TRATAMIENTOS FOLIARES SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO DE LIMÓN SÚTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle), EN EL VALLE DE CIENEGUILLO SUR PIURA", conducido por el BR. MARCO ANTONIO CHUMACERO BERMEO asesorado por el Ing. Angelino Córdova Peña M.Sc.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO, en consecuencia queda en condiciones de ser calificad APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 15 de Noviembre del 2018.


Ing. Víctor Sandoval Cruz M.Sc.
Presidente


Dr. Ricardo A. Peña Castillo
Vocal


Ing. Carlos E. San Martín Zapata M.Sc.
Secretario

DEDICATORIA

A mis padres María Cruz y Manuel Antonio
por darme la vida.

A mis hermanos por el apoyo incondicional.

A mi familia por estar a mi lado en todo
momento.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. M.Sc. Angelino Córdova Peña, asesor de mi tesis; por su orientación y colaboración en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi padre y hermanos por apoyo, confianza transmitida a mi persona en objetivo seguir adelante.

A mi familia por estar siempre a mi lado, brindando energía para dar un paso más en mundo profesional.

A los miembros del jurado, por sus orientaciones y mejorar del presente trabajo.

RESUMEN

En un campo de limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle), de siete años de edad, en el caserío de San Sebastián, perteneciente al valle de Cieneguillo Sur- Piura, ubicado a 5° 26' 63'' latitud sur y 80° 41' 84'' de longitud oeste a 40 msnm, se condujo una investigación en los meses de noviembre del 2016 a abril del 2017. Tuvo como objetivo general evaluar el efecto de tratamientos foliares sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto de limón sutil.

Se evaluaron seis tratamientos foliares los cuales estuvieron conformados por la aplicación de Agrispon a las concentraciones de .0125% y 0.25%, Frutimore al 1%, Nitrato de potasio cristalizado al 0.05% y 1.0% y un testigo (sin aplicación). Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos Al Azar (BCA), con tres repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por cuatro plantas, se realizó el Análisis Varianza y la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Se concluyó lo siguiente: Los tratamientos foliares influyeron significativamente sobre el crecimiento del fruto de limón sutil. La aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1%, en las evaluaciones de crecimiento de fruto realizadas, produjo el mayor crecimiento de fruto en diámetro ecuatorial, en ocho cosechas realizadas el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, produjo el mayor rendimiento con 8.40 t. ha⁻¹. los tratamientos aplicados no influyeron significativamente sobre las características pH, porcentaje de acidez y porcentaje de sólidos solubles totales, la aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1% produjo la mayor relación Beneficio –Costo con 1.29

Palabras claves: Limón sutil, tratamientos foliares, rendimiento.

ABSTRACT

In a field of subtle lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle), seven years' old, in the village of San Sebastián, belonging to the Cieneguillo Sur-Piura valley, located at 5 ° 26' 63" south latitude and 80 ° 41'84 "west longitude at 40 meters above sea level, an investigation was conducted in the months of November 2016 to April 2017. Its general objective was to evaluate the effect of foliar treatments on the growth, yield and quality of the subtle lemon fruit.

Six foliar treatments were evaluated, which were conformed by the application of Agrispon at the concentrations of .0125% and 0.25%, Frutimore at 1%, Nitrate of crystallized potassium at 0.05% and 1.0% and a control (without application). The experimental design of Complete Blocks Al Azar (BCA) was used, with three repetitions, the experimental unit was made up of four plants, the Variance Analysis was performed and the Duncan test at 0.05 probability.

The following was concluded: Foliar treatments significantly influenced the growth of the subtle lemon fruit. The application of potassium nitrate crystallized at 1%, in the fruit growth evaluations carried out, produced the greatest fruit growth in equatorial diameter, in eight crops made the crystallized potassium nitrate treatment at 1%, produced the highest yield with 8.40 t. ha⁻¹. the treatments applied did not influence significantly on the characteristics pH, percentage of acidity and percentage of total soluble solids, the application of crystallized potassium nitrate at 1% produced the greatest Benefit-Cost ratio with 1.29

Keywords: Subtle lemon, foliar treatments, yield.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Justificación e importancia de la investigación	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Delimitación de la investigación	4
1.4.1. Lugar de ejecución	4
1.4.2. Duración	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Clasificación taxonómica	6
2.2.2. Características morfológicas de la planta de limón	7
2.2.3. Agroecología	8
2.2.4. Fertilización	8
2.2.5. Características de los productos utilizados en la investigación	9
2.3. HIPÓTESIS	15
2.3.1. Hipótesis general	15
2.3.1. Hipótesis específicas	15
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	16
3.1. Enfoque y diseño	16
3.2. Sujeto de la investigación	16
3.3. Métodos y procedimientos	16
3.3.1. Selección de plantas	16
3.3.2. Materiales y equipos	16

3.3.3. Análisis de suelo	17
3.3.4. Información meteorológica	18
3.3.5. Tratamientos en estudio	18
3.3.6. Diseño experimental	19
3.3.7. Modelo aditivo lineal	19
3.3.8. Conducción del cultivo	19
3.3.9. Observaciones experimentales	23
3.3.10. Características del campo experimental	24
3.4. Técnicas e instrumentos	25
3.4.1. Técnicas	25
3.4.2. Instrumentos	25
3.5. Análisis económico	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Análisis de suelo	27
4.2. Información meteorológica	28
4.3. Crecimiento de fruto (mm.)	31
4.4. Peso de fruto (g.)	35
4.5. Rendimiento total de fruto de limón de ocho cosechas (t.ha ⁻¹)	38
4.6. Rendimiento de limón por calidad según tamaño de fruto de ocho cosechas (t.ha ⁻¹)	42
4.7. Contenido de jugo por fruto (cc.)	46
4.8. pH	50
4.9. Acidez (%)	52
4.10. Sólidos solubles totales (%)	54
4.11. Análisis económico	56
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Pág.
Cuadro 3.1.	Determinaciones y métodos en el análisis físico químico del suelo	18
Cuadro 3.2.	Tratamientos en estudio	18
Cuadro 3.3.	Cantidad de fertilizantes aplicados por hectárea y por planta	20
Cuadro 3.4.	Cantidad de productos foliares según volumen de aplicación por hectárea	22
Cuadro 4.1.	Resultados del análisis físico químico del campo experimental	28
Cuadro 4.2.	Información meteorológicos durante la conducción de la investigación	30
Cuadro 4.3.	Resumen de los cuadrados medios y significación estadística, en seis evaluaciones de crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil (mm.)	33
Cuadro 4.4.	Resumen de las pruebas de Duncan _{0.05} del crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil (mm.), en ocho evaluaciones realizadas	33
Cuadro 4.5.	Análisis de Varianza para peso de fruto de limón sutil (g.)	36
Cuadro 4.6.	Prueba de Duncan 0.05 para peso promedio de fruto de limón sutil (g.)	36
Cuadro 4.7.	Análisis de Varianza para rendimiento total de limón sutil de Ocho cosechas (t. ha ⁻¹)	40
Cuadro 4.8.	Prueba de Duncan 0.05 para rendimiento de limón sutil, de ocho cosechas (t. ha ⁻¹)	40
Cuadro 4.9.	Resumen de los cuadrados medios y significación estadística, para rendimiento de ocho cosechas según calidad de fruto de limón sutil (kg/unidad experimental)	44
Cuadro 4.10.	Pruebas de Duncan _{0.05} para rendimiento de limón sutil según calidad de fruto, en ocho cosechas realizadas, (t. ha ⁻¹)	44
Cuadro 4.11.	Análisis de Varianza para contenido de jugo de limón sutil (cc.)	47
Cuadro 4.12.	Prueba de Duncan 0.05 para contenido de jugo de limón sutil (cc.)	47

Cuadro 4.13. Relación peso de fruto de limón sutil (g.) y volumen de jugo por fruto (cc.) expresado en porcentaje	48
Cuadro 4.14. Análisis de Varianza para pH del jugo de frutos de limón sutil	51
Cuadro 4.15. Prueba de Duncan 0.05 para pH del jugo de frutos de limón sutil	51
Cuadro 4.16. Análisis de Varianza para acidez en frutos de limón sutil (%)	53
Cuadro 4.17. Prueba de Duncan 0.05 para acidez en frutos de limón sutil (%)	53
Cuadro 4.18. Análisis de Varianza para sólidos solubles totales (%)	57
Cuadro 4.19. Prueba de Duncan 0.05 para sólidos solubles totales en frutos de limón sutil (%)	58
Cuadro 4.20. Análisis económico	58
Cuadro 4.21. Costo de producción de los tratamientos por hectárea (S/.)	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Nombre	Pág.
Gráfico 4.1.	Efecto de tratamientos foliares sobre el crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil (mm), a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT).	34
Gráfico 4.2.	Efecto de tratamientos foliares sobre peso promedio de fruto de limón sutil (g.)	37
Gráfico 4.3.	Efecto de tratamientos foliares sobre rendimiento de fruto de limón sutil de ocho cosechas (t. ha ⁻¹)	41
Gráfico 4.4.	Efecto de tratamientos foliares sobre el rendimiento de fruto de limón sutil para las calidades Súper Extra, Extra, Primera y Segunda	45
Gráfico 4.5.	Efecto de tratamientos foliares sobre el contenido de jugo de limón sutil (cc./fruto)	49

INTRODUCCIÓN

El limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle), es un cultivo tradicional de la Región Piura, representa el 62.33% de la producción nacional. La fruta es un componente importante en la alimentación de amplios sectores de la población urbana y rural. La producción está destinada principalmente al mercado nacional para el consumo fresco. Actualmente solo la empresa privada, ha orientado la producción y exportación a Chile y Estados Unidos de limón sutil, aceite esencial y cáscara deshidratada.

Las condiciones de clima y suelo que se presentan en la región principalmente en las zonas del Medio Piura, El Chira, San Lorenzo y Chulucanas son adecuadas para el cultivo de limón sutil, cuya cosecha continua durante todo el año, genera una actividad fluida en lo económico y social.

En la Región Piura, 2,500 productores conducen 13,500 hectáreas, con rendimientos de 9 a 14 t.ha⁻¹, producción que está destinada principalmente al mercado nacional para el consumo fresco (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO-MINAGRI (2015). En los últimos años se ha observado incremento en áreas de siembra como en agricultores que se dedican a este cultivo por ser este considerado como rústico, poco exigente en manejo técnico y de menos inversión (VEGAS Y NARREA 2011).

Los pequeños agricultores de las zonas productoras de Piura, es decir aquellos que tienen menos de una hectárea hasta cinco hectáreas sembradas, en su mayoría no conducen sus plantaciones con adecuado manejo agronómico, como deficientes prácticas de fertilización, podas, riego, control de plagas y enfermedades, factores que determinan una baja producción y calidad de fruta, lo que se traduce en una baja rentabilidad; por esta razón en la presente investigación se orienta a la aplicación de tratamientos foliares en base a fertilizantes como el Nitrato de potasio cristalizado y bionutrientes, con la finalidad de determinar la influencia de dichos productos sobre el rendimiento y calidad de fruto de limón sutil.

CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El cultivo de limón sutil en la región Piura, se ha adaptado a diferentes condiciones de clima y suelo, por esta razón se le encuentra produciendo en los diversos valles como: San Lorenzo, Chulucanas, El Chira y Cieneguillo. Cada una de estas zonas de producción presenta diferentes condiciones de clima y principalmente condiciones de suelo. En el valle de Cieneguillo, el limón se viene produciendo en suelos de textura arenosa y de fertilidad natural muy baja, además con una variada presencia de sales.

En la actualidad, las áreas dedicadas a este cultivo se han incrementado, principalmente a nivel de pequeños agricultores, sin embargo, es en éstos debido a una baja tecnología que aplican en el manejo del cultivo, los rendimientos que obtienen son bajos y de baja calidad.

En los meses de diciembre a abril la rentabilidad que obtienen los pequeños agricultores es muy baja ya que en dichos meses el precio del limón es el más bajo de todo el año, debido a una sobre oferta y baja calidad de la fruta principalmente en relación al tamaño (calibre), el cual es pequeño, situación que debe enfrentarse con el incremento del rendimiento y tamaño de fruta.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El cultivo de limón sutil es muy importante dentro de los sistemas de producción de los valles del departamento de Piura, principalmente por el área de siembra y por el número de agricultores que se dedican a este cultivo que son aproximadamente 2,500 productores (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2015).

La mayoría de agricultores que se dedican a este cultivo en la Región Piura, son considerados como pequeños productores debido a que sus unidades de producción van desde menos de una hectárea hasta cinco hectáreas, aplican muy baja tecnología principalmente en relación a bajos niveles de fertilización y oportunidad en su aplicación.

En este sentido se investigará la aplicación del Nitrato de potasio cristalizado al 0.5% y 1%; el producto Agrispón al 0.125% y 0.25% y el producto Frutimore al 1%, los cuales deben contribuir al desarrollo de la planta, promoviendo un equilibrio nutricional adecuado, aumento de la actividad fotosintética, aumento de la masa vegetativa y radicular y equilibrados sistemas fisiológicos, de esta forma se incrementará la producción, uniformidad y aumento de tamaño, coloración y otras características de la fruta de limón.

De acuerdo con la anteriormente indicado, esta investigación fue factible técnicamente ya que al evaluar los tratamientos en base a los fertilizantes foliares se tuvo información de la influencia de los tratamientos foliares aplicados sobre el rendimiento y calidad de fruta, la cual podrá ser utilizada por todas las personas interesadas en el tema.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tratamientos foliares sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto de limón sutil.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento foliar de mejor efecto sobre el crecimiento de fruto de limón sutil.
- Establecer el tratamiento foliar de mejor efecto sobre el rendimiento de limón sutil.
- Determinar el efecto de los tratamientos foliares sobre algunas características de calidad de fruto de limón sutil
- Determinar el tratamiento de mayor rentabilidad económica

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela TG 1423, ubicada en el caserío de San Sebastián, del valle de Cieneguillo Sur – Piura, de propiedad del Sr. Ing. Angelino Córdova Peña. La ubicación política y geográfica se presenta a continuación

Ubicación política

Región : Piura
Provincia : Piura
Distrito : Piura
Caserío : San Sebastián
Valle : Cieneguillo Sur

Ubicación geográfica

Latitud sur : 5° 26' 63''
Longitud oeste: 80° 41' 84''
Altitud : 40 m.s.n.m

1.4.2. Duración de la investigación

En su fase de campo tuvo una duración de seis meses. Se inició en el mes de noviembre del 2016 y terminó en abril del 2017.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

ABARCA, (2015), estudiando el efecto de tres mezclas de fertilizantes más polímero hidroabsorbente en el cultivo de limón, en el caserío Las Vegas de Cieguito Sur – Piura, para crecimiento de fruto en base al diámetro polar, encontró alta significación estadística para los factores estudiados. Para la mezcla de los fertilizantes el diámetro promedio de fruto varió de 37.072 mm. a 40.921 mm., mientras que para el efecto del polímero éste estuvo comprendido entre 34.368 mm. a 43.651 mm. Para la característica peso de fruto de limón reporta valores entre 25.200 g. a 44.800 g., así mismo para contenido de jugo por fruto de limón indica valores de 14,667 cc. a 20.33 cc.

Este mismo autor concluye que el limonero responde significativamente al efecto interactivo del Polímero hidroabsorbente con mezclas de fertilizantes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. El tratamiento 31.20 Súper kg. ha⁻¹ del polímero hidroabsorbente más la mezcla 280-110-150 kg. ha⁻¹ de NPK fue mejor que los otros tratamientos al obtener el mayor rendimiento de limón con 4,353.646 kg. ha⁻¹, a la vez este tratamiento obtiene los mayores rendimientos para las calidades de limón Súper Extra, Extra y Primera con valores de 1,305.156 kg.ha⁻¹, 1,625.200 kg.ha⁻¹ y 1,435.990 kg.ha⁻¹, respectivamente. Además, con dicho tratamiento, se obtuvo la mayor relación beneficio costo con 1.27.

Evalutando el crecimiento y desarrollo de frutos de limón sutil, CASTILLO, (2000), encontró que los bioestimulantes foliares aplicados mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos para las observaciones realizadas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, A los 15 días después de aplicados los tratamientos no hubo diferencias estadísticas significativas. A los 90 días después del cuajado los frutos alcanzaron un diámetro polar entre 28.60 mm y 34.93 mm. El mayor volumen de jugo por fruto se obtuvo con la aplicación de Promalina con un valor de 19.30 cc. Los tratamientos no influyeron significativamente sobre el pH, sin embargo, en las características porcentaje de sólidos solubles totales y

porcentaje de acidez los tratamientos si mostraron significación estadística. El tratamiento Ryzup alcanzó el mayor porcentaje de sólidos solubles totales con un valor de 8.25%, en cambio para porcentaje de acidez el tratamiento Promalina y Biozyme obtuvieron los mayores valores con 8.66% y 8.46%, respectivamente.

GUZMAN et al, (1982), en una investigación sobre sistema de manejo de floración en árboles de limón sutil de cinco años de edad mediante agoste, poda y uso de fitoreguladores, en la zona de Cieneguillo Norte – Sullana, encontraron que la aplicación de Biozyme al 2.5% se logró un mayor diámetro ecuatorial de fruto. La jugosidad del fruto fue altamente significativa debido a los bioestimulantes aplicados. El volumen por fruto estuvo entre los valores de 17.5 cc a 20.99 cc. El porcentaje de sólidos solubles totales alcanzó valores entre 8.5 a 8.6 de grados Brix. Se reportan valores de 8.0 a 9.07 para porcentaje de acidez.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Clasificación taxonómica

Según TANAKA, (1969), citado por CASTILLO, (2000), el limón sutil tiene la clasificación taxonómica siguiente:

Reino	: Vegetal
Sub Reino	: Fanerogama
División	: Traqueofitas
Sub División	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledónes
Orden	: Rutales (Therembentales)
Sub Orden	: Rutineae
Familia	: Rutaceae
Sub Familia	: Citroidea (Aurantoidea)
Género	: Citrus
Especie	: Citrus aurantifolia Swingle
Nombre común	: Limón sutil

2.2.2. Características morfológicas de la planta de limón

La planta de limonero es un árbol de porte bajo e irregular, presenta hojas de forma elíptica a oblongas-ovales, de cinco a siete centímetros de largo, es limbo es liso, alargado y termina en punta, el peciolo se presenta alado muy angosto. Los brotes tiernos siempre son de color verde claro. Las flores son hermafroditas, dispuestas en forma solitaria o en racimo de dos a siete, son axilares o sub terminales; el cáliz de cuatro a cinco partes; los pétalos de 8 a 12 mm de largo estambres de 20 a 25 mm, ovario esférico, claramente definido del pistilo, dividido de 9 a 12 lóculos. Cada flor se auto poliniza. MORÍN, (1988), DELGADO DE LA FLOR, (1984) y LEÓN, (1982).

Según FRANCIOSI, (1985), indica que el carácter espinoso de la planta de limón, está relacionado con la rusticidad de la planta, el fruto proviene del desarrollo de un ovario, carnoso, baya tipo espiridio, es de forma esférico a ovoide, hasta de 5 cm de largo, con una protuberancia apical, son de color amarillo verdoso en la madurez, el pericarpio está conformado de adentro hacia fuera por: endocarpio, mesocarpio y epicarpio, en el mesocarpio presenta 9 a 12 lóculos, es blando, reducido y pegado al epicarpio, jugoso con vesículas ensanchadas y llenos de sustancia de reserva, la cascara es delgada cubiertas de glándulas, verdosa, muy ácida, semillas pequeñas blancas interiormente y poliembriónicas.

El rendimiento de jugo, es uno de los factores de mayor importancia, el contenido de jugo puede variar entre 40% y 45% del peso del fruto. En la composición del jugo intervienen: los sólidos solubles compuestos por azúcares (glucosa, fructuosa y galactosa) ácidos (cítrico, málico y tartárico), enzimas, pigmentos, constituyentes volátiles, flavonoides y vitaminas (C). El contenido de azúcares varía de acuerdo con la variedad de clima y el estado de maduración. La concentración entre la cantidad de sólidos solubles totales medido en grados brix y la cantidad de ácidos titulables, es el indicador utilizado para establecer con precisión el grado de madurez siendo su rango ideal de relación 1:1 (acidez alta).

2.2.3. Agroecología del cultivo

El limonero, se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales, las medias favorables oscilan entre una mínima de 10 °C y una máxima de 24 °C. Temperaturas superiores a 35 °C, pueden ocasionar trastornos vegetativos y aceleran la maduración de los frutos; temperaturas inferiores a 12 °C afectan el crecimiento vegetativo. En la región Piura, la temperatura promedio oscila entre 24 y 25 °C que permiten una buena producción y calidad. La humedad relativa, también influye en la calidad de la fruta, el rango adecuado se considera entre 40 % y 70 %; cuando esta es alta, favorece el desarrollo de enfermedades causadas por hongos. Otra característica importante es la luz solar, el limón sutil y en general los cítricos, necesitan alta luminosidad, por esta razón debe hacerse podas en los cercos o cortinas de los campos de cultivo (VEGAS y NARREA, 2011).

2.2.4. Fertilización

La producción de las plantas depende no solo de sus caracteres genéticos y del medio ambiente, sino también del balance entre las enzimas, hormonas y macro elementos. Estas enzimas son catalizadores que actúan en cantidades insignificantes acelerando las reacciones químicas, pero sin intervenir en ellas, así mismo las hormonas actúan de modo semejante a las enzimas, acelerando o retardando procesos fisiológicos. Debe tenerse presente que al aplicarlas aisladas o separadamente sean giberelinas, citoquinas y auxinas, los resultados no serán los esperados, en cambio si se aplican en un preciso y adecuado balance se obtiene respuestas mayores en los rendimientos que en la suma de los efectos individuales (FORMULAGRO, 1994).

Según indican VEGAS y NARREA, (2011), la práctica de la fertilización al suelo y foliar, se hace teniendo en cuenta las características de los elementos nutrientes. Nitrógeno (N) es responsable del crecimiento vegetativo de la planta y en la producción de frutos, debe aplicarse fraccionado en 3 o 4 partes, tanto en plantaciones jóvenes como en adultas. Su deficiencia produce clorosis, brotes cortos, hojas pequeñas y poco vigor; el exceso genera frutos con cáscara gruesa, hojas de color verde intenso y retardo en la maduración.

Fósforo (P) necesario en la primera edad de la planta, para su mejor desarrollo radicular y después en la etapa de floración, se aplica antes del trasplante y durante el desarrollo de la planta, teniendo en cuenta su residualidad y baja asimilación. La deficiencia provoca un sistema radicular poco desarrollado, hojas adultas bronceadas, brotes débiles, escaso zumo y floración deficiente; su exceso genera deficiencias de Zinc (Zn) y Cobre (Cu).

Potasio (K) importante en la calidad de la fruta, aumenta la resistencia al frío y a la sequía, se aplica fraccionado antes de la floración y fructificación. Su deficiencia disminuye el crecimiento vegetativo, las hojas son más pequeñas y se deforman, frutos de menor tamaño y piel fina, el exceso da frutos con poco zumo induce la carencia de magnesio.

Los elementos secundarios, calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y los micronutrientes como el hierro (Fe), zinc (Zn), boro (B), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo), también cumplen un rol importante en la nutrición mineral de limonero y responden bien con las aplicaciones foliares.

2.2.5. Características de los productos empleados en la investigación

2.2.5.1. Agrispon

Según la ficha técnica que reporta Silvestre, este tiene como Ingrediente activo: Extractos vegetales, sustancias morfógenas, porfirinas, glicósidos y conglomerado de rocas. AGRISPON, es un bioestimulante de la producción agrícola, no hormonal, el cual activa los procesos naturales de las plantas y el suelo; logrando que los cultivos se establezcan rápidamente. Estimula el desarrollo rápido de las raíces, brotes y adelanta la maduración. Disminuye el requerimiento de fertilizantes especialmente los nitrogenados, logrando el restablecimiento del equilibrio biológico, aumentando las cosechas en cantidad y calidad.

Agrispon, es un derivado de plantas y extractos minerales, que actúa efectivamente bajo cualquier condición climatológica; trabaja muy bien cuando hay problemas de estrés por condiciones climatológicas o del suelo.

Agrispon, aumenta la población de microorganismos benéficos que pueden mejorar significativamente la disponibilidad de nutrientes del suelo sin un impacto negativo al medio ambiente. La dosis de uso de Agrispon en limó es de 0.50 a 0.75 litros/ha, aplicado al inicio de floración y al cuajado de fruto

Así mismo, este producto, estimula brotación de raíces y activación de yemas (rompe la dominancia apical), permite mayor eficiencia en la asimilación del fertilizante y del nitrógeno residual del suelo, incrementa la producción de clorofila, mejorando el proceso fotosintético, confiere mayor tolerancia a heladas, toxicidad por agroquímicos, encharcamiento y otras condiciones que generan estrés en la planta, confiere mayor resistencia al ataque de patógenos a nivel general y evita pérdida de flores y frutos por abortos, tal como lo menciona AGROMUNDO (2016)

2.2.5.2. Frutimore

Frutimore NPK 0-30-48 es un nutriente foliar líquido, balanceado, 100% soluble en el agua. Se recomienda su uso como suplemento del abonamiento de fondo, especialmente en los cultivos que es muy importante el contenido de azúcar, coloración y consistencia de los frutos. Induce y estimula la multiplicación de flores y brotamiento rápido de yemas favoreciendo el cuajado y llenado de frutos, estimula el desarrollo radicular.

Puede ser usado en todos los cultivos en diferentes etapas de desarrollo, especialmente desde que se inicia la formación de los órganos de reserva, floración e inicio de maduración, en etapas críticas que generan estrés.

Frutimore NPK 0-30-48 ha sido desarrollado para su empleo tanto por vía foliar y radicular por lo que puede ser empleado en fertirrigación. Actúa como reductor del pH del agua, lo que incrementa la eficacia de las aplicaciones. La dosis de aplicación es de 100 ml/100 litros de agua (PML LATIMA ,2016).

2.2.5.3. Nitrato de potasio cristalizado

El nitrato de potasio es una fuente de potasio única por su valor nutricional y su contribución a la sanidad y rendimiento de las plantas. El nitrato de potasio ofrece las características químicas y físicas deseables, alineadas con las calidades ambientales requeridas (HAIFA, 2009).

El nitrato de potasio supera a otros fertilizantes potásicos en todos los tipos de cultivo. El nitrato de potasio incrementa los rendimientos y mejora la calidad de hortalizas, cultivos, flores, frutales y frutales de nuez. El nitrato de potasio es una fuente ideal de N y K para una óptima nutrición vegetal. Está disponible en una gran variedad de compuestos y formulaciones, adaptándose a los requisitos y a los ambientes específicos de crecimiento de los cultivos (HAIFA, 2009).

Según HAIFA, 2009 el nitrato de potasio presenta las características siguientes:

1. Nitrato de potasio para una nutrición vegetal eficiente.

El nitrato de potasio está compuesto en un 100% por macronutrientes. Considera al catión potasio (K^+) y al anión nitrato (NO_3^-), con un análisis N-P₂O₅- K₂O de 13-0-46. (13 % N equivalente a 62 % NO_3^- y 46 % K₂O equivalente a 38 % K^+ , completando 100% KNO₃). Nitrato de potasio es el único fertilizante que entrega los dos nutrientes más requeridos por las plantas.

Nitrato de potasio es absorbido eficientemente. El efecto sinérgico entre K^+ y NO_3^- facilita la absorción de ambos nutrientes por las raíces de las plantas. Adicionalmente la afinidad entre la carga negativa del nitrato y la carga positiva del potasio disminuye las posibilidades de adsorción en las partículas del suelo, haciéndolo disponible para las plantas por un mayor período de tiempo.

Nitrato de potasio está disponible de forma cristalizada y prilada, lo que permite su uso en múltiples formas de aplicación. Métodos de aplicación altamente eficientes como fertirrigación, aplicaciones foliares, aplicaciones dirigidas al suelo y fertilizaciones de lenta liberación aseguran que los nutrientes sean aportados en el momento, lugar y dosis correcta.

Nitrato de potasio cristalizado es ideal para fertirrigación y aplicaciones foliares. Nitrato de potasio prilado es recomendado para aplicaciones al suelo. Priles de nitrato de potasio cubiertos de polímeros permiten una entrega lenta de nutrientes a lo largo de las etapas de desarrollo del cultivo.

Nitrato de potasio es una excelente fuente de potasio. El potasio es el catión con mayor presencia en las plantas, balanceando eléctricamente las cargas negativas de aniones minerales y de carboxilatos orgánicos. Por lo tanto, el potasio del nitrato de potasio resulta fundamental para el desarrollo de las plantas y el normal funcionamiento de los tejidos. El catión potasio (K^+) cumple un rol crucial en muchos procesos metabólicos en las células, actúa como osmoregulador y participa en múltiples procesos relacionados con el control hídrico de las plantas.

Nitrato de potasio aporta nitrógeno fácilmente asimilable. El nitrato es la forma de nitrógeno preferida y más fácilmente absorbida por las plantas.

2. Nitrato de potasio para plantas más sanas y fuertes.

Nitrato de potasio es virtualmente libre de cloruro. Cuando la concentración de cloruro se incrementa en la solución de suelo, las plantas toman cloruro en lugar de otros aniones esenciales, especialmente nitratos. Esto, por supuesto, afecta el desarrollo de las plantas. Cuando los niveles de cloruro son muy altas, aparecen efectos tóxicos los que generan disminución de rendimientos e incluso pueden causar la muerte de las plantas. El nitrato de potasio es virtualmente libre de cloruro, y el nitrato, presente en el nitrato de potasio, contrarresta los efectos negativos de los cloruros.

Nitrato de potasio no es tóxico para las raíces. A diferencia del amonio, el nitrógeno nítrico del nitrato de potasio, no destruye las raíces de las plantas a elevadas temperaturas de suelo.

Nitrato de potasio mejora la tolerancia a daños de heladas. El potasio del nitrato de potasio ayuda a construir paredes celulares más gruesas, e incrementa el nivel de electrolitos dentro de las células, lo que incrementa la resistencia de las plantas a los daños por frío.

Nitrato de potasio aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades. El potasio del nitrato de potasio elimina la acumulación de cadenas cortas de carbohidratos y nitrógeno no proteico, los que sirven de sustratos para el ataque de bacterias, hongos, nematodos y virus.

Nitrato de potasio mejora la tolerancia a la sequía. El nitrato de potasio favorece el establecimiento y la ramificación de un sistema radicular que absorbe de mejor forma el agua del suelo.

3. Nitrato de potasio para mejores rendimientos

El adecuado suministro de potasio ayuda a obtener los máximos rendimientos, así como la mayor calidad. Por lo tanto, la fertilización potásica genera un producto de mayor valor aumentando la rentabilidad sobre la inversión para el agricultor.

El potasio en nitrato de potasio tiene efectos positivos en los siguientes parámetros de calidad: Tamaño de fruto: Mayores dimensiones e incremento de uniformidad. Apariencia de frutos: Mejor color reduciendo al mínimo los defectos de color o marcas inusuales por lesiones mecánicas o cualquier marca de enfermedad, valor nutricional, mayor contenido de proteínas, aceite, vitamina C, etc. Características organolépticas: Mejor sabor y aroma, mayor vida de anaquel, adecuada calidad para la industria de los procesados.

4. Nitrato de potasio combate la salinidad

El nitrato del nitrato de potasio permite a las plantas minimizar la absorción de cloruro, aunque este esté presente en la solución de suelo o en el agua. De una manera similar, el potasio del nitrato de potasio contrarresta los efectos negativos del sodio. Es por esta razón que el nitrato de potasio es altamente recomendado en cultivos sensibles a la salinidad, y cuando se utilizan aguas de mala calidad.

5. Nitrato de potasio mejora la eficiencia de uso del agua y permite el ahorro de agua.

El nitrato en nitrato de potasio mejora el manejo del agua en las plantas. Las plantas nutridas con nitrato utilizan el agua casi 100% más eficientemente que aquellas nutridas con amonio. Esta diferencia resulta aún más significativa cuando el nivel de potasio en la solución de suelo es bajo.

El potasio del nitrato de potasio previene las pérdidas de agua. Siendo el responsable de la apertura y cierre estomático, el potasio minimiza la transpiración de las plantas y por ende disminuye los requerimientos de agua. Más aun, una adecuada nutrición potásica de las plantas realza la eficiencia de la toma de agua desde el suelo. El nitrato de potasio previene la acumulación de sales. Nitrato de potasio elimina las necesidades de aporte de agua para el lavado de sales del suelo.

6. Nitrato de potasio mejora las propiedades del suelo

El nitrato del nitrato de potasio incrementa el pH alrededor de las raíces. La absorción de nitratos por las raíces, provoca una liberación de aniones hidroxilo (OH^-), creando un ligero ambiente alcalino en el entorno de las raíces, lo que mejora las propiedades en suelos ácidos.

Nitrato de potasio mejora la disponibilidad de fósforo y micronutrientes. El nitrato de potasio incrementa la formación de ácidos orgánicos (carboxilatos) y su exudación al medio de crecimiento. Esto facilita el aporte de fosfatos y micronutrientes desde la solución de suelo.

7. Nitrato de potasio es fácil de manejar y de aplicar.

Nitrato de potasio es altamente soluble en agua. El nitrato de potasio se disuelve rápida y completamente en agua, lo que resulta ideal para su uso en fertirrigación y aplicaciones foliares. A medida que la temperatura del agua aumenta, la solubilidad del nitrato de potasio también lo hace.

Nitrato de potasio no es higroscópico. Puede ser almacenado ensacado o a granel sin que absorba humedad que genere problemas de compactación o de manejo. Nitrato de potasio es compatible con otros fertilizantes. No genera precipitados insolubles que

pueden taponear goteros o inyectoros, por lo que puede ser utilizado de forma segura en la producción de diferentes soluciones fertilizantes en los tanques de mezclado. Nitrato de potasio no es volátil. A diferencia del amonio, el nitrato de potasio no es volátil por lo que no necesita ser incorporado al suelo cuando se aplica al voleo o localizado.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

Los tratamientos foliares influyen sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto de limón sutil.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Los tratamientos foliares influyen sobre el crecimiento del fruto de limón sutil.
- Los tratamientos foliares incrementan el rendimiento de fruto de limón sutil.
- Los tratamientos foliares afectan la calidad de los frutos de limón sutil.
- Económicamente los tratamientos son diferentes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo y fue de tipo experimental. El aspecto cuantitativo se basó en la medición de variables respuesta a la aplicación de tratamientos.

La aplicación de tratamientos y su evaluación en unidades experimentales conllevó a que sea del tipo experimental. Las unidades se dispusieron en el campo en base a un diseño experimental y un modelo y pruebas estadísticas que permitieron explicar los resultados de los tratamientos aplicados.

3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación estuvo orientada a evaluar plantas de limón sutil, sobre las cuales se aplicaron tratamientos. La población del estudio se conformó de 72 plantas de limón sutil, donde se realizaron las observaciones experimentales.

La muestra donde se realizaron las observaciones experimentales estuvo conformada por dos plantas correspondientes a cada unidad experimental.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1. Selección de plantas. En la selección de las plantas se tuvo en cuenta lo siguiente: homogeneidad en cuanto a tamaño, plantas bien conformadas, sin problemas fitosanitarios, es decir se trató de homogenizar el material experimental (plantas). Luego se marcaron con tarjetas confeccionadas de plástico, identificando las plantas para cada tratamiento y por repetición.

3.3.2. Materiales y equipos

a. Materiales

- Plantas de limonero. La edad de las plantas fue de ocho años, sembradas a un distanciamiento de 6 m entre plantas y 7 m entre filas.

- Tratamientos foliares: Para las aplicaciones foliares se utilizaron los siguientes productos: Agrispon, Frutimore y Nitrato de potasio cristalizado.
- Tarjetas de plástico.
- Libreta de campo.
- Marcadores.
- Cuchilla.
- Baldes de 20 litros de capacidad.
- Vaso graduado de 0.5 y 1 litro.
- Jabas de plástico.

b. Equipos

- Vernier
- Equipo de aplicación (motor y bomba de presión).
- Cámara fotográfica

3.3.3. Análisis de suelo

Para realizar el análisis de suelo se tomaron muestras, estas se colectaron a una profundidad de 30 cm, cerca de la proyección de la copa de las plantas. De todo el campo experimental se tomaron cuatro sub muestras, estas se homogenizaron y por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de un kg. El análisis físico químico del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

Las determinaciones realizadas se indican en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Determinaciones y métodos en el análisis físico químico del suelo

Determinación	Método
Textura (%)	Bouyoucus
pH	Potenciométrico
Conductividad eléctrica (dS/m)	Radiométrico
Materia Orgánica (%)	Walkley/Black
Nitrógeno Total (%)	Microkjeldahl
Fósforo Disponible (ppm de P)	Olsen
Potasio Asimilable (ppm de K)	Fotométrico
Calcáreo (% de CaCO ₃)	Volumétrico
C.I.C. (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	Acetato de Amonio

3.3.4. Información meteorológicos

Para conocer los valores de los principales parámetros de clima que se presentaron durante los meses en que se realizó la investigación, fue necesario la búsqueda de dicha información, La información meteorológica se obtuvo de la Estación Meteorológica Miraflores, ubicada en el campus de la Universidad Nacional de Piura, ésta es la más cerca al lugar de la investigación.

3.3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se presentan en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Tratamientos en estudio

N°	Tratamientos	Clave
1	Agrispon 0.125%	T1
2	Agrispon 0.25%	T2
3	Frutimore 1%	T3
4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	T4
5	Nitrato de potasio cristalizado 1.0%	T5
6	Testigo	T6

Nota: Se realizaron tres aplicaciones de cada dosis

3.3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se estudiaron cinco tratamientos foliares más un testigo (sin aplicación). El número de repeticiones fue de tres. En total se tuvieron 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro plantas.

3.3.7. Modelo aditivo lineal

Estuvo definido de la siguiente forma:

$$Y_{ik} = \mu + \beta_k + T_i + \epsilon_{ik}$$

Donde:

Y_{ik} = Es la observación realizada en la repetición k del tratamiento i

μ = Media general

β_k = Efecto del bloque

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ik} = Efecto del error experimental

3.3.8. Conducción del cultivo

Las principales labores culturales que se realizaron durante la conducción del experimento fueron las siguientes:

a. Poda de limpieza

Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó una poda de limpieza, la cual consistió eliminar ramas secas, ramas con crecimiento hacia el interior de la copa, mamones en el tranco, brazos principales y algunas ramas enfermas (atacadas con piojo blanco). Esta labor se realizó octubre del 2016.

b. Fertilización química

En el mes de octubre a un mes de la aplicación de los tratamientos foliares se realizó una primera fertilización química al suelo, aplicándose el 60% de la dosis 131 Kg. de N, 92 kg. de P_2O_5 y 75 Kg. de K_2O , el 40% restante se aplicó dos meses después de la primera aplicación (diciembre del 2016). Como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio se empleó los fertilizantes sulfato de amonio, fosfato diamónico y sulfato de potasio.

Para aplicar las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio antes indicadas se mesclo 9 bolsas de sulfato de amonio más 4 bolsas de fosfato diamónico y 3 bolsas de sulfato de potasio (una bolsa = 50 kg.). De esta mezcla, en la primera fertilización se aplicó 2.0 kg. por planta y en la segunda 1.36 kg.

Los fertilizantes fueron aplicados alrededor de la planta, en cuatro pequeñas zanjitas de un metro de largo por 0.30 m de ancho y 0.15 m de profundidad. La aplicación de los fertilizantes se realizó seis días después del riego.

Cuadro 3.3. Cantidad de fertilizantes aplicados por hectárea y por planta

Fertilizantes	Cantidad de fertilizantes según fórmula (kg/ha)	Cantidad de fertilizantes por aplicación (kg.)	
		Primera aplicación	Segunda aplicación
Sulfato de amonio	450	270	180
Fosfato diámonico	200	120	80
Sulfato de potasio	150	90	60
Total de mezcla	800	480	320
Cantidad de mezcla por planta (kg.)	3.36	2.02	1.34

La cantidad de fertilizantes por hectárea corresponden a la fórmula de fertilización 131 de N, 92 de P_2O_5 y 75 de K_2O .

c. Riegos

Se realizó mediante sistema de riego a gravedad (tradicional). La frecuencia de riego fue cada 15 días. Durante la conducción del experimento se realizaron ocho riegos correspondientes a los meses de octubre a diciembre del 2016 y de enero a febrero del 2017. Debido a la presencia del fenómeno El Niño costero, en los meses de marzo, abril y mayo no se realizaron riegos por la presencia de lluvias.

d. Control de malezas

La eliminación de las malezas se efectuó mediante deshierbo manual utilizando lampa. Se realizaron siete deshierbos, uno por mes, durante los meses de octubre a diciembre del 2016 y de enero a abril del 2017.

e. Aplicación de tratamientos foliares

Para la aplicación de los tratamientos foliares se realizaron los siguientes pasos:

- **Prueba en Blanco**

Con la finalidad de determinar la cantidad de agua a utilizar por planta, se procedió a realizar la Prueba en Blanco, esta consistió en colocar un volumen conocido de agua en una mochila (aplicador manual de espalda) y proceder a asperjar toda la copa de una planta, esta operación se repitió en tres plantas. De esta manera se obtuvo el valor promedio de gasto de agua, el cual fue de 2.88 litros por planta. Teniendo en cuenta el número de plantas por hectárea de 238 plantas (6 m. entre plantas y 6 m. entre filas), el volumen de agua que se utilizó por hectárea fue de 685.44 litros.

- **Preparación de los tratamientos**

Para todos los tratamientos primero se realizó un pre mezcla (agua más producto) en litros de agua, luego se completó con agua hasta alcanzar la cantidad de mezcla requerida según tratamiento.

- **Aplicación**

Se hizo con aspersor manual de espalda (mochila). Como consideración importante durante las aplicaciones fue que estas sean uniformes en toda la copa de la planta de limón, mantener constante la presión de la mochila y asperjado a una distancia adecuada (un metro) de las hojas. Las aplicaciones se realizaron durante las primeras horas de la mañana (6 a 10 am)

- **Número de aplicaciones**

Se realizaron dos aplicaciones. La primera se realizó el 5 de noviembre del 2016 y la segunda 15 días después de la primera. El volumen de agua y cantidad fertilizantes foliares utilizados por hectárea según tratamiento, se indican en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Cantidad de productos foliares según volumen de aplicación por hectárea.

Tratamientos foliares	Clave	Dosis por aplicación/ha.	Volumen de agua/ha. (238 plantas)	Dosis por cilindro (200 litros de agua)	Cantidad de producto	
					Una aplicación	En dos aplicaciones
Agrispon 0.125%	T1	0.125 %	685.44 litros	250 cc.	0.86 litros	1.72 litros
Agrispon 0.25%	T2	0.25 %	685.44 litros	500 cc.	1.71 litros	3.42 litros
Frutimore 1%	T3	1 %	685.44 litros	2.0 litros.	6.85 litros	13.70 litros
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	T4	0.5 %.	685.44 litros	1.0 kg.	3.43 kg.	6.84 kg.
Nitrato de potasio cristalizado 1%	T5	1.0 %	685.44 litros	2.0 kg..	6.85 kg.	13.7kg.
Testigo						

f. Cosecha

Cuando los frutos alcanzaron el tamaño óptimo de cosecha y madurez comercial, se procedió a realizar la cosecha, esta consistió en extraer los frutos manualmente y con ayuda de un gancho adecuado para esta labor. La frecuencia de la cosecha fue cada 15 días, se realizó en total 8 cosechas.

3.3.9. Observaciones experimentales

Se realizaron las siguientes:

1. Crecimiento se fruto (cm.)

Para esta evaluación, el árbol fue dividido en tercios (inferior medio y superior), se seleccionaron cuatro racimos de frutos que se encontraban en el estado de chaquira y huevo de paloma. Para, estos estados de crecimiento, se marcaron ocho frutos, en estos se realizó la evaluación de crecimiento del fruto en diámetro ecuatorial. Esta evaluación se realizó cada 15 días, hasta que alcanzaron madurez comercial (de verde oscuro a verde ligeramente claro). Las mediciones se realizaron con un vernier.

2. Peso de fruto (g.)

Esta determinación se realizó en 10 frutos tomados al azar de las dos plantas de cada unidad experimental. Las evoluciones se realizaron en cada cosecha, sin embargo, solo se reportó el valor promedio de estas, producto de las ocho cosechas realizadas. Los frutos fueron pesados en una balanza de precisión

3. Rendimiento de fruto ($t.ha^{-1}$)

En cada cosecha se cuantificó el rendimiento de fruto. Los frutos fueron clasificados por tamaño (diámetro ecuatorial). Para esta clasificación se utilizó la Norma Técnica Peruana para Limón (INDECOPI), la cual indica las categorías siguientes:

- Súper Extra: mayor a 44 mm de diámetro
- Extra: de 41 a 43.9 mm de diámetro
- Primera: de 38 a 40.9 mm de diámetro

- Segunda: de 35 a 37.9 mm de diámetro

Además, se tuvo en cuenta la cantidad de limón fábrica obtenida en cada cosecha.

4. Contenido de jugo (cc)

Consistió en extraer el jugo de 10 frutos de limón tomados al azar de cada unidad experimental. Para la extracción de jugo se utilizó un exprimidor de palanca para cítricos. El jugo se midió en un vaso graduado de 100 cc. Se reporta el valor promedio de las ocho cosechas realizadas.

5. pH

En el jugo de limón extraído para la determinación anterior (contenido de jugo), se determinó el pH mediante el uso del potenciómetro.

6. Acidez

Se determinó mediante el método de titulación el cual consiste en colocar 5 cc. de jugo de limón en dilución 1:1, con 2 a 3 gotas de fenolftaleína, con hidróxido de sodio (NaOH) 1.0N, dando por terminada la titulación cuando la solución vira al color rojo grosella.

7. Sólidos solubles totales

Consistió en colocar de 3 a 5 cc de jugo de limón en el refractómetro.

3.3.10. Características del campo experimental

Unidad experimental (UE)

Distanciamiento entre plantas	: 6 m.
Distanciamiento entre filas	: 7 m.
Número de plantas por UE.	: 4
Largo	: 12 m.
Ancho	: 14 m.
Área de la unidad exptal.	: 168 m ²

Bloques

Número de bloques	: 3
Número de U.E por bloque	: 6
Largo	: 72 m.
Ancho	: 14 m.
Área de bloque	: 1008 m ²
	:

Campo experimental

Largo	: 72 m.
Ancho	: 42 m.
Área total	: 3,024 m ²

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.**3.4.1. Técnicas****a. Muestreo**

Se aplicó el muestreo simple. Dentro de cada unidad de análisis los elementos de la población tuvieron la misma posibilidad de ser tomados para la evaluación. En las evaluaciones, los frutos de limón fueron tomados al azar.

b. Recolección de datos

Se realizó la medición directa de los elementos en cada unidad de análisis. Se empleó la tonelada como unidad de medida para rendimiento por hectárea y kilogramos para rendimiento de fruta por unidad experimental. Para peso y tamaño de fruto, se utilizó las unidades de medida gramos y centímetros, respectivamente.

3.4.2. Instrumentos

Las mediciones de peso se realizaron utilizando balanzas cuyas taras máximas fueron de un kg. y 50 kg. Las mediciones de tamaño (diámetro ecuatorial), fueron realizadas con calibrador (vernier). Se realizó revisión bibliográfica en bibliotecas y virtual en páginas web.

3.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico comprendió realizar el Análisis de Varianza (ANVA). Para determinar la significación entre los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad. El procesamiento de datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 21.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE SUELO

De acuerdo con los resultados del cuadro 4.1, el suelo presenta una textura franco arenoso, con pH ligeramente alcalino, estas dos características son comunes en los suelos del Valle de Cieguito Sur.

El contenido de materia orgánica fue de 0.55%, catalogado como pobre en materia orgánica y también en contenido de nitrógeno, el cual fue de 0.028%. El contenido de fósforo fue medio con 7 ppm y con bajo contenido de potasio 110 ppm. El nivel de carbonato de calcio fue bajo con un valor de 0.60%. La conductividad eléctrica fue de 1.18 dS/m.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue de 7.45 cmol⁽⁺⁾/kg., predominando las bases cambiables calcio y magnesio con valores de 4.65 cmol⁽⁺⁾/kg y 1.72 cmol⁽⁺⁾/kg, respectivamente.

Los resultados del análisis de suelo obtenido indican que se trata de un suelo con baja fertilidad natural, ya que tiene bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, así como, baja capacidad de intercambio catiónico. La aplicación de cualquier fuente de estos nutrientes será muy importante para el desarrollo de cualquier cultivo y en particular el de limón sutil

En general el suelo no presenta factores limitantes para el cultivo de limón, ya que como indica FRANCIOSI (1985), este cultivo requiere de suelos de texturas medias (francos), relativamente profundos y con buen drenaje, sin embargo, en suelos de textura ligera como los que se presentan en el Valle de Cieneguillo Sur – Piura, será importante considerar la incorporación de materia orgánica al suelo para mejorar la estructura y agregación, además de mejorar la fertilidad.

Cuadro 4.1. Resultados del análisis físico químico del suelo del campo experimental

Determinación	Unidad	Contenido
Textura		Franco arenoso
- Arena	%	85
- Limo	%	8
- Arcilla	%	7
Químicas		
- pH (1:2.5)		7.25
- Conductividad eléctrica	dS/m	1.18
- Carbonato de calcio (CaCO ₃)	%	0.60
- Materia orgánica	%	0.55
- Nitrógeno	%	0.028
- Fósforo	ppm	7
- Potasio	ppm	110
Capacidad de intercambio catiónico	cmol ⁽⁺⁾ /kg	7.45
Bases cambiables		
- Calcio	cmol ⁽⁺⁾ /kg	4.65
- Magnesio	cmol ⁽⁺⁾ /kg	1.72
- Sodio	cmol ⁽⁺⁾ /kg	0.56
- Potasio	cmol ⁽⁺⁾ /kg	0.52

4.2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La información meteorológica del cuadro 4.2, indica lo siguiente:

El promedio de temperatura media alcanzó su máximo valor en el mes de febrero del 2017 con 28.5°C, esta fue casi similar a la que se presentó en el mes de enero que alcanzó 28.4°C, la menor temperatura se registró en el mes de mayo con 25.7°C.

La humedad relativa a excepción a la que se presentó en el mes de diciembre se considera alta, en el mes de marzo alcanzó su máximo valor con 85% y el menor valor en el mes de diciembre del 2016. Se reportaron presencia de lluvias, estas fueron más intensas en el mes de marzo con 16.2 mm de precipitación. La mayor cantidad de horas

de sol se dio en los meses de diciembre y abril con valores de 7.8 y 7.6, respectivamente.

Analizando los datos meteorológicos, se encontró que durante los meses durante los cuales se realizó la investigación se presentaron cambios en los parámetros de clima en relación a años anteriores debido a la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero durante el verano del 2017. Hubo presencia de lluvias de regular intensidad principalmente en los meses de febrero y marzo y alta humedad relativa.

La alteración del clima referente a la presencia de lluvias y alta humedad relativa fueron condiciones favorables para la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos en general, con respecto al cultivo de limón sutil, lo que más se observó fue el ataque del ácaro hialino (huevo de pava) y de piojo blanco.

En general las condiciones de clima presentadas tuvieron efectos negativos en el cultivo de limón sutil en los meses de febrero a julio ya que alta humedad en el suelo provocó stress y asfixia radicular, reduciendo los rendimientos y calidad de fruta.

Cuadro 4.2. Registro promedio de datos meteorológicos durante la conducción de la investigación

Mes	Temperatura Promedio (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm.)	Horas de sol
	Media	Máxima	Minina			
Año 2016						
Noviembre	26.00	32.70	19.30	65	-	7.6
Diciembre	26.2	32.9	20.7	65	1.8	7.8
Año 2017						
Enero	28.4	34.5	23.5	70	2.9	5.7
Febrero	28.5	33.7	24.3	79	6.2	5.5
Marzo	27.9	33.0	24.4	85	16.2	5.2
Abril	27.4	32.5	22.8	70	-	7.7

Fuente: Estación Meteorológica Experimental “Miraflores” Universidad Nacional de Piura.

4.3. CRECIMIENTO DE FRUTO (mm.)

El crecimiento del fruto se determinó en base al diámetro ecuatorial, para lo cual se realizaron seis evaluaciones cada 15 días. Los cuadrados medios y su significación estadística de las Análisis de Varianza que se indican en el cuadro 4.3, muestran que los tratamientos foliares aplicados alcanzaron significación estadística a los 15, 30 y 75 días después de la aplicación de los tratamientos, mientras que en las evaluaciones realizadas a los 45 y 60 días el crecimiento del fruto alcanzó alta significación estadística. Para la observación realizada a los 90 días, no alcanzó significación estadística.

Los coeficientes de variación que se obtuvieron para las evaluaciones a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos fueron de 10.58%, 10.53%, 8.11%, 7.60%, 7.11% y 6.49%, respectivamente.

Las pruebas de Duncan 0.05 de probabilidad para los tratamientos aplicados (cuadro 4.4.), muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre ellos, dependiendo del momento de la evaluación realizada. A los 15, 75 y 90 días los tratamientos tuvieron un comportamiento estadístico similar, observándose que la aplicación de nitrato de potasio al 1%, alcanzó el mayor valor de diámetro ecuatorial, superando estadísticamente solo al testigo (sin aplicación).

Entre las evaluaciones realizadas a los 30 y 45 días, igualmente se observa un comportamiento estadístico similar. El tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, superó estadísticamente a los demás tratamientos y a su vez estos fueron estadísticamente iguales entre sí.

A los 60 días, el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1% solo superó a los tratamientos Frutimore al 1%, Agrispon al 0.125% y al testigo.

Los resultados obtenidos reflejan que los tratamientos si influyeron sobre el crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil, el tratamiento en base a Nitrato de potasio cristalizado al 1% en todas las evaluaciones realizadas produjo el mayor valor de diámetro ecuatorial. Para las evaluaciones realizadas a los 75 y 90 días este valor fue de 36.36 mm y 40.69 mm, respectivamente, en cambio el testigo en estas mismas evaluaciones alcanzó 28.62 mm. y 33.62 mm. Ver gráfico 4.1.

La similitud estadística del diámetro ecuatorial del fruto de todos los tratamientos foliares tanto a los 75 y 90 días después de la aplicación podría deberse a que a esta edad los frutos ya alcanzaron su máximo crecimiento.

Cuadro 4.3. Resumen de los cuadrados medios y significación estadística, en seis evaluaciones de crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil (mm.)

F.V.	G.L.	15 DDAT		30 DDAT		45 DDAT		60 DDAT		75 DDAT		90 DDAT	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	2	1.17	ns	0.20	ns	0.48	ns	1.20	ns	3.39	ns	0.81	ns
Tratamientos	5	2.03	*	6.92	*	15.20	**	15.21	**	24.23	*	19.36	ns
Error Exptal.	10	0.55		1.23		1.91		2.47		5.29		5.83	
Total	17	CV= 10.58%		CV= 10.53%		CV= 8.11%		CV= 7.60%		CV= 7.11%		CV= 6.49%	

ns = No significativo

* Significación estadística al nivel 0.05 de probabilidad

** Significación estadística al nivel 0.01 de probabilidad

Cuadro 4.4. Resumen de las pruebas de Duncan_{0.05} de crecimiento en diámetro del fruto de limón sutil (mm.), en ocho evaluaciones realizadas,

TRATAMIENTOS	Clave	EVALUACIONES					
		15 DDAT	30 DDAT	45 DDAT	60 DDAT	75 DDAT	90 DDAT
Agrispon 0.125%	T1	6.98 a b	9.95 b	17.12 b	19.35 a b	30.72 a b	35.72 a b
Agrispon 0.25%	T2	6.70 a b	10.33 b	16.52 b	22.27 a	34.10 a b	39.10 a b
Frutimore 1%	T3	6.70 a b	9.90 b	15.42 b	19.62 a b	30.60 a b	36.27 a b
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	T4	7.17 a b	10.50 b	16.72 b	22.08 a	33.62 a b	37.95 a b
Nitrato de potasio cristalizado 1%	T5	8.50 a	13.45 a	21.27 a	23.38 a	36.36 a	40.69 a
Testigo	T6	6.03 b	9.03 b	15.18 b	17.42 b	28.62 b	33.62 b

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

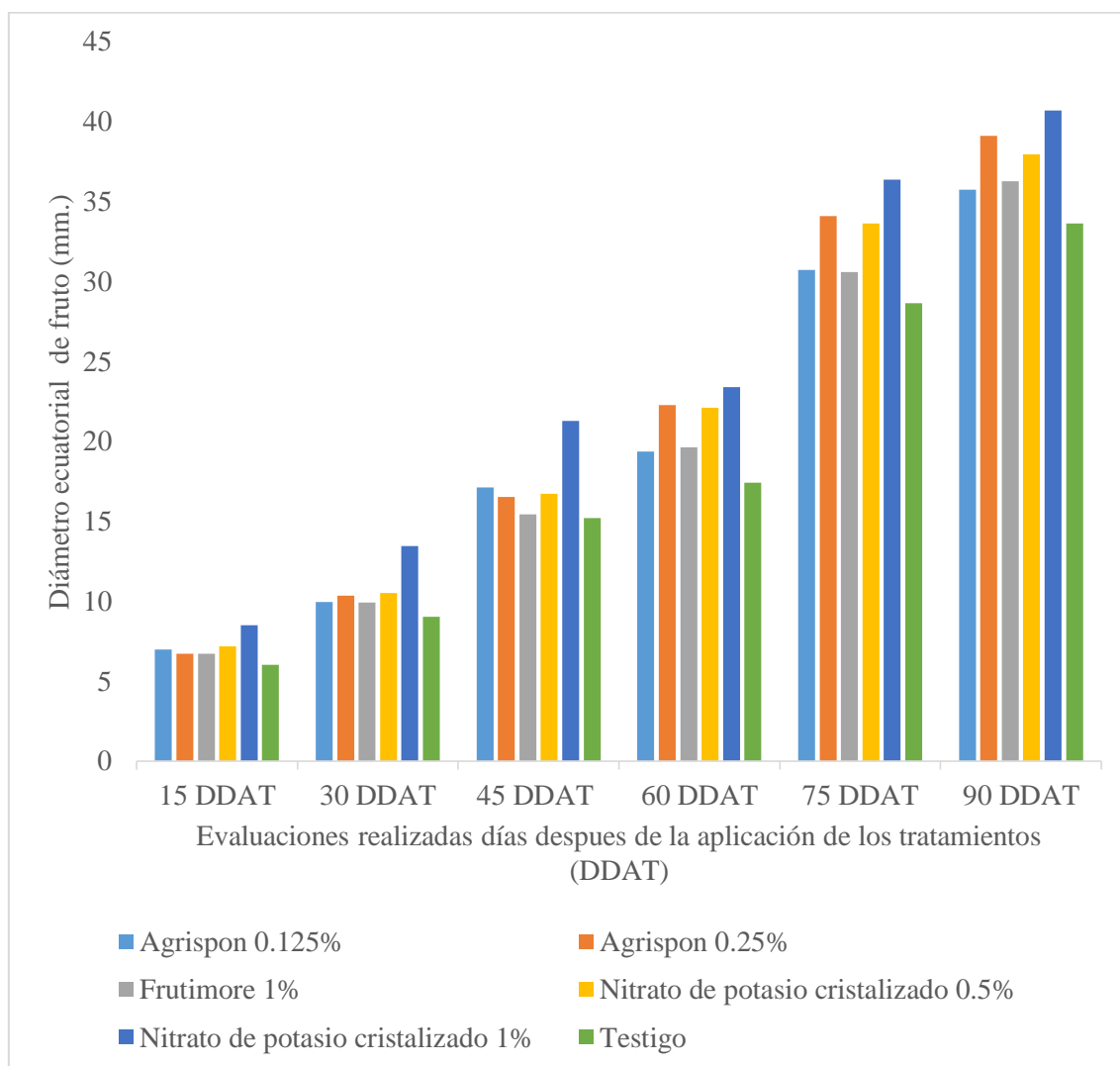


Gráfico 4.1. Efecto de tratamientos foliares sobre el crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de limón sutil (mm), a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT).

4.4. PESO DE FRUTO (g.)

Sobre esta característica, los tratamientos aplicados alcanzaron alta significación estadística, El coeficiente de variabilidad fue de 4.26%. (cuadro 4.5).

La prueba de Duncan 0.05 de probabilidad (cuadro 4.6), indica que los tratamientos foliares si influyeron significativamente sobre el peso promedio de fruto. E tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, con un valor de 43.68 g. de peso de fruto fue estadísticamente superior a todos los demás tratamientos. Además, se observa que el tratamiento Agrispon al 0.125% fue estadísticamente igual a los tratamientos Nitrato de potasio cristalizado al 1% y Agrispon al 0.25%, pero a su vez este fue mejor estadísticamente a los tratamientos Frutimore al 1% y Testigo. En el testigo se obtuvo el menor peso de fruto con 35.23 g. Ver gráfico 4.2.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los productos aplicados en forma foliar si contribuyen a incrementar el peso del fruto de limón. El mayor peso producido por el nitrato de potasio cristalizado podría deberse a que este fertilizante en su composición tiene a los dos elementos más requeridos por las plantas como son el nitrógeno y potasio, el primero bajo la forma de anión nitrato (NO_3^-) y el segundo como catión potasio (K^+), cuyas formas son altamente asimilables por las plantas. Entre otras características que tienen los elementos aportados en el nitrato de potasio se encuentran la de mejorar la calidad de los frutos y en particular el tamaño de éstos (HAIFA, 2009).

El peso promedio de fruto obtenido para los tratamientos aplicados en esta investigación cuyos valores variaron de 35.23 g. a 43.68 g., es coincidente con los reportados por ABARCA (2015), quien evaluando dosis de un polímero absorbente y mezclas de fertilizantes encontró que el peso promedio de fruto varió entre 25.20 g. a 44.80 g.

Cuadro 4.5. Análisis de Varianza para peso de fruto de limón sutil (g.)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	0.15	0.08	0.03	ns
Tratamientos	5	133.24	26.65	9.91	**
Error exptal.	10	26.89	2.69		
Total	17	160.28			

CV= 4.26 %

ns = no significativo

** = significación al nivel 0.01

Cuadro 4.6. Prueba de Duncan 0.05 para peso promedio de fruto de limón sutil (g.)

Clave	Tratamientos	Peso promedio de fruto (g.)
T1	Agrispon 0.125%	40.07 b c
T2	Agrispon 0.25%	37.27 b
T3	Frutimore 1%	36.87 c
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	38.02 b c
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	43.68 a
T6	Testigo	35.23 c

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

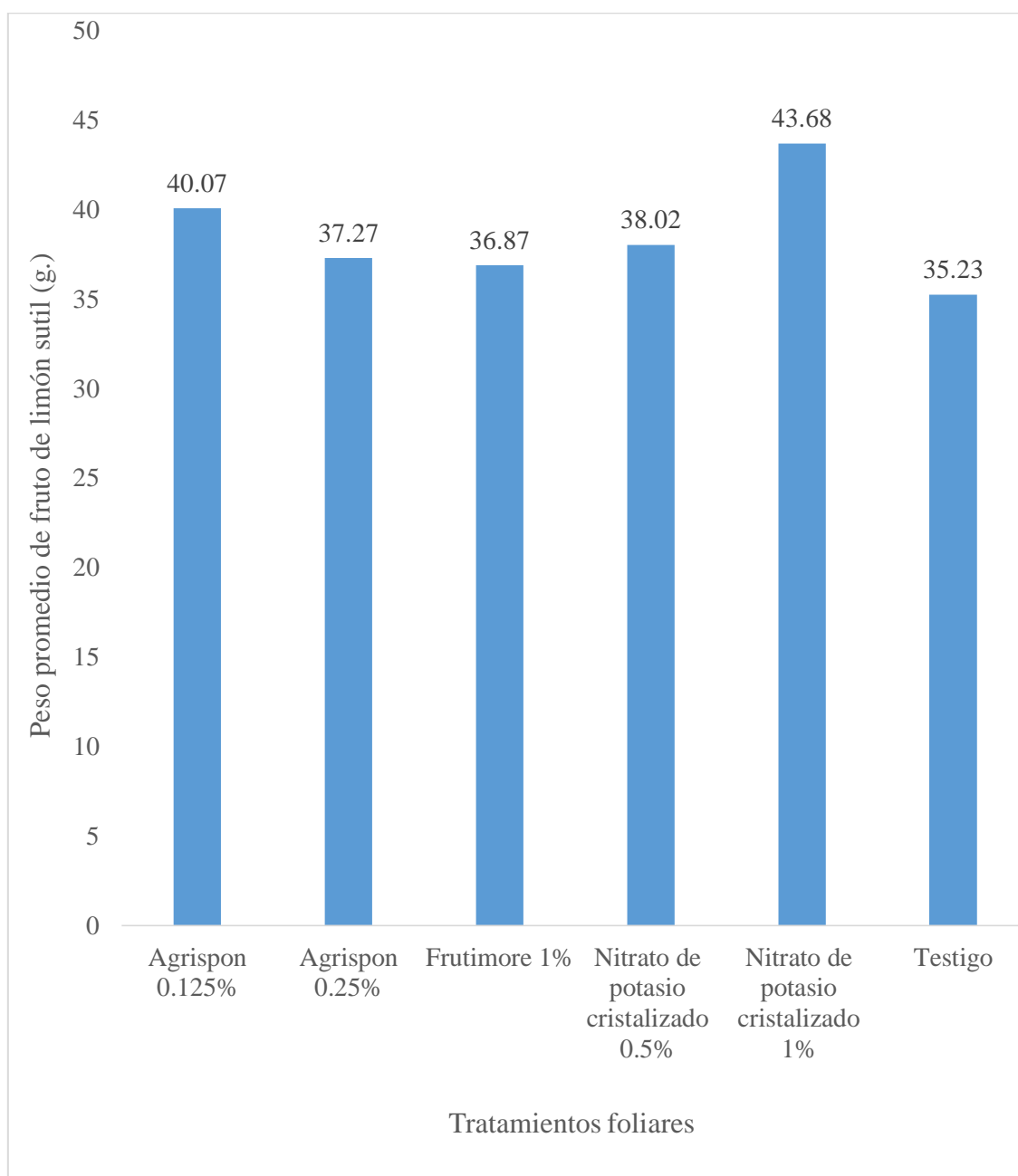


Gráfico 4.2. Efecto de tratamientos foliares sobre peso promedio de fruto de limón sutil (g.)

4.5. RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO DE LIMÓN SUTIL DE OCHO COSECHAS (t. ha⁻¹)

El Análisis de Varianza para rendimiento de limón sutil producto de ocho cosechas que se indica en el cuadro 4.7., indica la fuente de variabilidad tratamientos fue altamente significativa, con un coeficiente de variabilidad de 6.79%.

El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1% con un valor de 8.40 t. ha⁻¹. Dicho valor fue estadísticamente superior a todos los demás tratamientos (cuadro 4.8.). También se observa que los tratamientos Agrispon al 0.125%, y 0.25%, Frutimore al 1% y Nitrato de potasio cristalizado al 0.25% fueron estadísticamente similares entre sí, pero a su vez también superaron al testigo, los rendimientos obtenidos en estos tratamientos fueron de 6.94, 7.30, 7.13 y 7.51 t. ha⁻¹., respectivamente. El testigo con un valor de 6.03 t. ha⁻¹ fue el más bajo rendimiento alcanzado. El comportamiento indicado se manifiesta en el gráfico 4.3.

De los resultados se deduce que los tratamientos foliares aplicados si influenciaron sobre el rendimiento total de limón sutil durante el periodo de evaluación de cosecha, esto demuestra que los productos aplicados como tratamientos foliares si contribuyeron al incremento en rendimiento de fruta unos más en relación a los otros; así tenemos que en base al incremento en relación al testigo el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha, obtuvo 39.30 % más de rendimiento. En cambio, en relación a los demás tratamientos, los incrementos variaron de 15.09% a 24.54% en los tratamientos Agrispon al 0.125% y Nitrato de potasio cristalizado al 0.5%, respectivamente.

El mayor rendimiento de los tratamientos foliares en relación al testigo se debería a que todos tienen en su composición elementos nutritivos que contribuyen a la nutrición de las plantas constituyéndose como fuentes importantes de nutrientes de fertilización foliar en el cultivo de limón sutil.

Nitrato de potasio es una excelente fuente de potasio. El potasio es el catión con mayor presencia en las plantas, balanceando eléctricamente las cargas negativas de aniones minerales y de carboxilatos orgánicos. Por lo tanto, el potasio del nitrato de potasio resulta fundamental para el desarrollo de las plantas y el normal funcionamiento de los tejidos. El catión potasio (K^+) cumple un rol crucial en muchos procesos metabólicos en las células, actúa como osmoregulador y participa en múltiples procesos relacionados con el control hídrico de las plantas (HAIFA, 2009).

Cuadro 4.7. Análisis de Varianza para rendimiento de limón sutil de ocho cosechas (t. ha⁻¹)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	0.24	0.12	0.5	ns
Tratamientos	5	8.97	1.79	7.46	**
Error exptal.	10	2.42	0.24		
Total	17	11.15			

CV= 6.79%

ns = no significativo

** = significación al nivel 0.01

Cuadro 4.8. Prueba de Duncan 0.05 para rendimiento de limón sutil, de ocho cosechas (t. ha⁻¹)

Clave	Tratamientos	Rendimiento de fruto (t.ha ⁻¹)	
T1	Agrispon 0.125%	6.94	b
T2	Agrispon 0.25%	7.30	b
T3	Frutimore 1%	7.13	b
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	7.51	b
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	8.40	a
T6	Testigo	6.03	c

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

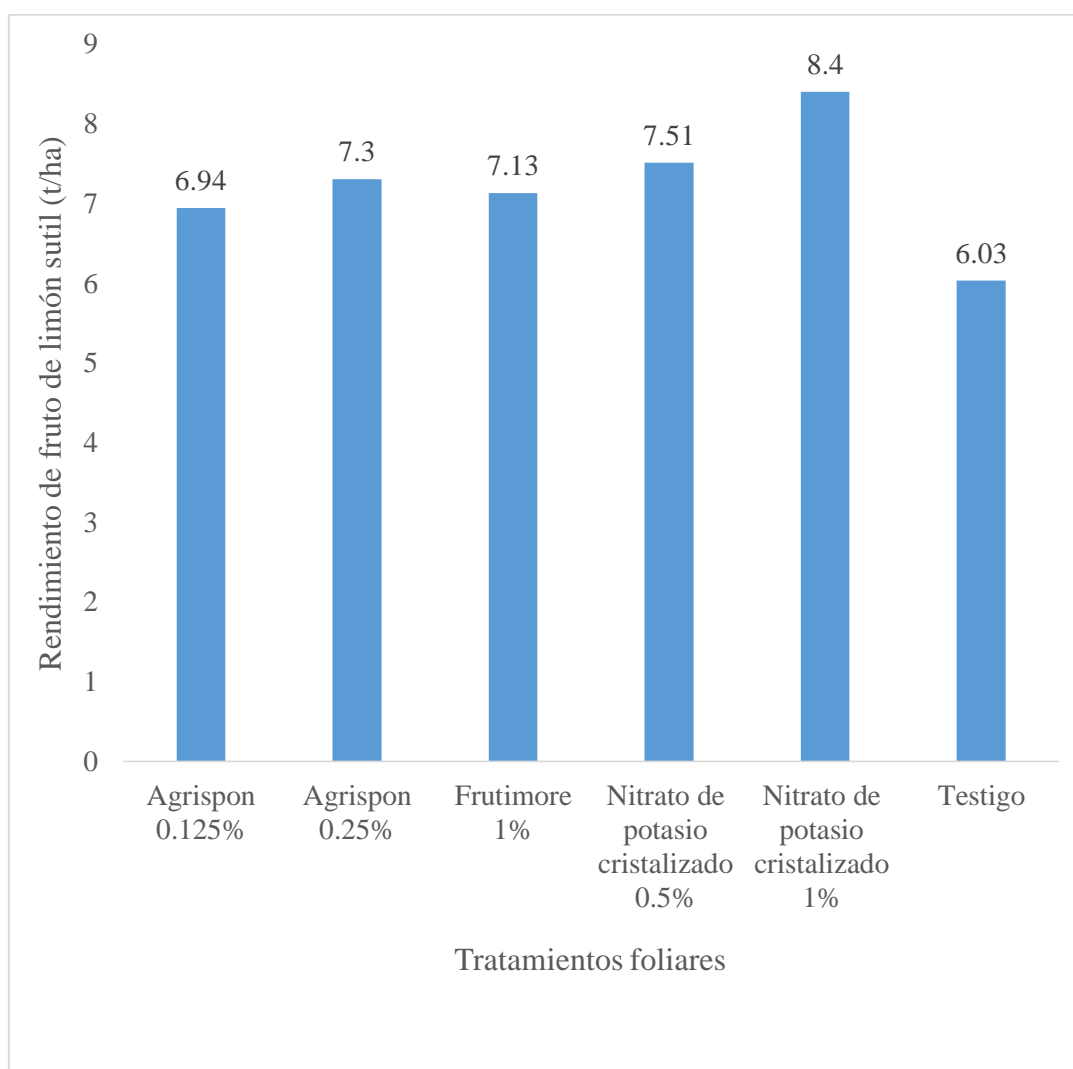


Gráfico 4.3. Efecto de tratamientos foliares sobre rendimiento de fruto de limón sutil de ocho cosechas (t.ha⁻¹)

4.6. RENDIMIENTO DE LIMÓN SUTIL POR CALIDAD SEGÚN TAMAÑO DE FRUTO DE OCHO COSECHAS (t.ha⁻¹)

El resumen de los cuadrados medios y significación estadística de los Análisis de Varianza que se presentan en el cuadro 4.9, indican que los tratamientos para la calidad Súper extra alcanzaron significación estadística, en cambio para las calidades Extra, Primera y Segunda se obtuvo alta significación estadística. Con respecto al rendimiento de limón Fábrica, este no alcanzó significación estadística. Los coeficientes de variabilidad para las calidades Súper extra, Extra, Primera y segunda fueron de 9.90%, 7.71%, 7.87% y 6.91%, respectivamente. Para el rendimiento de limón Fábrica fue de 35.46%.

Al analizar el rendimiento de limón de cada una de las calidades producto de ocho cosechas realizadas, en las pruebas de Duncan 0.05 de probabilidad del cuadro 4.10, se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, en las calidades Súper extra, Extra, Primera y Segunda produjo el mayor rendimiento, los demás tratamientos tuvieron un comportamiento diferente según la calidad de limón.

Para la calidad Súper extra la aplicación de nitrato de potasio cristalizado al 1% produjo un rendimiento de 1.12 t. ha⁻¹, el cual fue estadísticamente igual al tratamiento nitrato de potasio 0.5%, pero superior a todos los demás tratamientos; con el testigo se obtuvo el menor rendimiento con un valor de 0.78 kg.ha⁻¹. El incremento de rendimiento de limón Súper Extra en relación al testigo fue de 43.59%. Este comportamiento se puede observar en el gráfico 4.4.

Los resultados de rendimiento para la calidad Extra y Segunda indican un comportamiento estadístico similar entre ambas, observándose que en ambas calidades la aplicación de nitrato de potasio al 1%, superó estadísticamente a todos los tratamientos, así mismo, los tratamientos Nitrato de potasio cristalizado al 0,5%, Frutimore al 1% y Agrispon al 0,125% y 0.25%, fueron estadísticamente similares entre sí.

Para estas dos calidades se concluye que todos los tratamientos excepto Agrispon al 0.125% superaron estadísticamente al testigo.

Para la calidad Primera en comparación a las calidades Extra y Segunda se observa que los tratamientos Nitrato de potasio cristalizado al 0.5% y 1%, fueron estadísticamente iguales, pero al igual que las calidades Extra y Segunda todos los tratamientos excepto Agrispon al 0.125% superaron estadísticamente al testigo.

Los resultados obtenidos de rendimiento de limón sutil para las cuatro calidades evaluadas, demuestran que la aplicación de los tratamientos si contribuyeron a la obtención de mayor rendimiento, destacando la aplicación de Nitrato de potasio cristalizado tanto al 0.5% y 1%, así como también los tratamientos de Agrispon al 0.125% y Frutimore al 1% esto demostraría que el nitrógeno y el potasio que contiene el fertilizante Nitrato de potasio cristalizado tiene efectos positivos en los parámetros de calidad; tamaño de fruto e incremento en la uniformidad de éstos, ya que como lo indica HAIFA (2009), el nitrato de potasio aporta nitrógeno fácilmente asimilable. El nitrato es la forma de nitrógeno preferida y más fácilmente absorbida por las plantas.

Cuadro 4.9. Resumen de los cuadrados medios y significación estadística, para rendimiento de ocho cosechas según calidad de fruto de limón sutil (kg.UE⁻¹)

F.V.	G.L.	Súper Extra		Extra		Primera		Segunda		Limón fabrica	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	2	2.15	ns	0.40	ns	21.32	ns	1.07	ns	5.84	*
Tratamientos	5	5.31	*	11.37	**	36.34	**	14.15	**	1.34	ns
Error Exptal.	10	1.25		1.61		5.37		2.61		4.74	
Total	17	CV= 9.90%		CV= 7.71%		CV= 7.87 %		CV= 6.91%		CV= 35.46 %	

ns = No significativo * Significación estadística al nivel 0.05 de probabilidad ** Significación estadística al nivel 0.01 de probabilidad

Cuadro 4.10. Pruebas de Duncan_{0.05} para rendimiento de limón sutil según calidad de fruto, en ocho cosechas realizadas, (t. ha⁻¹)

TRATAMIENTOS	Clave	Clasificación por calidad de fruto						Limón fabrica			
		Súper Extra		Extra		Primera			Segunda		
Agrispon 0.125%	T1	0.89	b c	1.30	b c	2.32	b c	1.84	b c	0.59	a
Agrispon 0.25%	T2	0.95	b c	1.39	b	2.49	b	1.98	b	0.49	a
Frutimore 1%	T3	0.93	b c	1.35	b	2.43	b	1.92	b	0.50	a
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	T4	0.97	a b	1.43	b	2.56	a b	2.03	b	0.52	a
Nitrato de potasio cristalizado 1%	T5	1.12	a	1.62	a	2.90	a	2.22	a	0.54	a
Testigo	T6	0.78	c	1.13	c	2.02	c	1.69	c	0.42	a

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

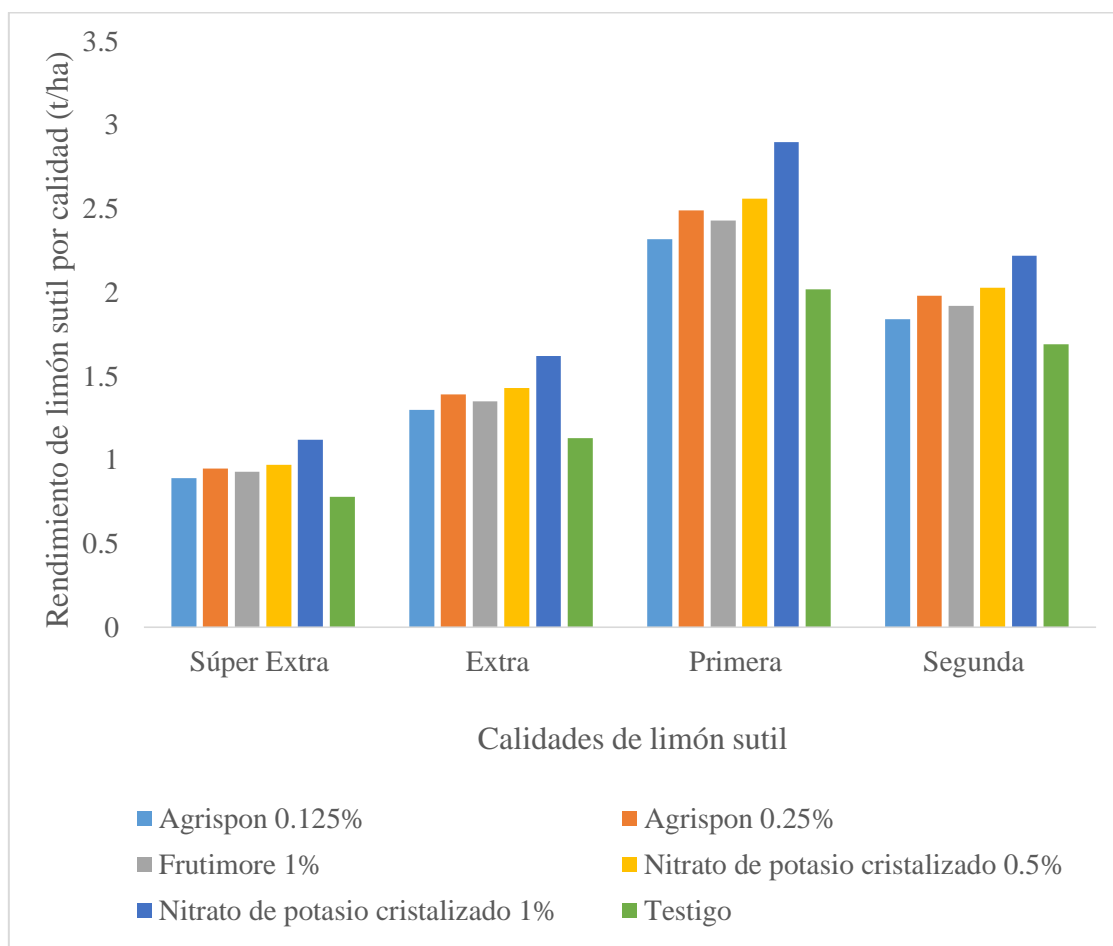


Gráfico 4.4. Efecto de tratamientos foliares sobre el rendimiento de fruto de limón sutil para las calidades Súper Extra, Extra, Primera y Segunda

4.7. CONTENIDO DE JUGO (cc.)

Para esta característica el Análisis de Varianza del cuadro 4.11, muestra que la fuente de variabilidad tratamientos alcanzó significación estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 9.84%.

La prueba de Duncan 0.05 del cuadro 4.11, ratifica la significancia para la característica contenido de jugo que se muestra en el Análisis de Varianza, lo que quiere decir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados. La aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1% produjo el mayor contenido de jugo en frutos de limón sutil con un valor de 19.50 cc., este tratamiento fue estadísticamente igual al de Nitrato de potasio cristalizado al 0.5%, pero superior a todos los demás tratamientos. El testigo produjo el menor contenido de jugo por fruto con un valor de 15.00 cc. (Cuadro 4.12 y gráfico 4.5).

De los resultados obtenidos se concluye que, de los tratamientos aplicados, el Nitrato de potasio cristalizado al 1% produjo un efecto significativo sobre esta característica, lo cual podría deberse a beneficios que este que este fertilizante tiene sobre la nutrición de las plantas, aportando elementos como el nitrógeno y potasio altamente solubles y de fácil absorción por las plantas.

Los promedios de contenido de jugo 15.00 c. en el testigo a 19.50 cc., en el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, al respecto CASTILLO (2000), encontró valores que variaron entre 15.1 cc. a 19.30 cc., mientras que ABARCA (2015), reporta valores promedios de 14.66 cc a 20.33 cc aplicando diversas fuentes de fertilización y un polímero en el sector la Vegas, lugar muy cercado donde se realizó nuestra investigación.

En el cuadro 4.13, se presenta los valores de contenido de jugo expresado en porcentaje a partir del peso promedio de fruto. Se observa que este varió de 37.93% a 44.64%, dichos valores son cercanos a los reportados por CASTILLO (2000), quien obtuvo valores que variaron de 35.88% a 46.39%. Así mismo, para esta característica, FRANCIOSI (1985), indica que el volumen de jugo en limón sutil esta entre 40% a 45%, por lo tanto, los promedios obtenidos en esta investigación, están dentro de los valores que se indican para la especie limón sutil, así como, para los obtenidos en investigaciones realizadas en la región Piura.

Cuadro 4.11. Análisis de Varianza para contenido de jugo de limón sutil (cc.)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	1.44	0.72	0.28	ns
Tratamientos	5	44.02	8.80	3.42	*
Error exptal.	10	25.71	2.57		
Total	17	71.17			

CV= 9.84%

ns = no significativo

Cuadro 4.12. Prueba de Duncan 0.05 para contenido de jugo de limón sutil (cc.)

Clave	Tratamientos	Contenido de jugo (cc.)	
T1	Agrispon 0.125%	15.20	b
T2	Agrispon 0.25%	15.10	b
T3	Frutimore 1%	16.37	b
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	16.60	a b
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	19.50	a
T6	Testigo	15.00	b

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

Cuadro 4.13. Relación peso de fruto de limón sutil (g.) y volumen de jugo por fruto (cc.) expresado en porcentajes

Tratamientos	Peso promedio de fruto (g.)	Contenido de jugo por fruto de limón (cc.)	Volumen en Porcentaje
Agrispon 0.125%	40.07	15.20	37.93
Agrispon 0.25%	37,27	15.10	40.52
Frutimore 1%	36.87	16.37	44.40
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	38.02	16.60	43.66
Nitrato de potasio cristalizado 1%	43.68	19.50	44.64
Testigo	35.23	15.00	42.58

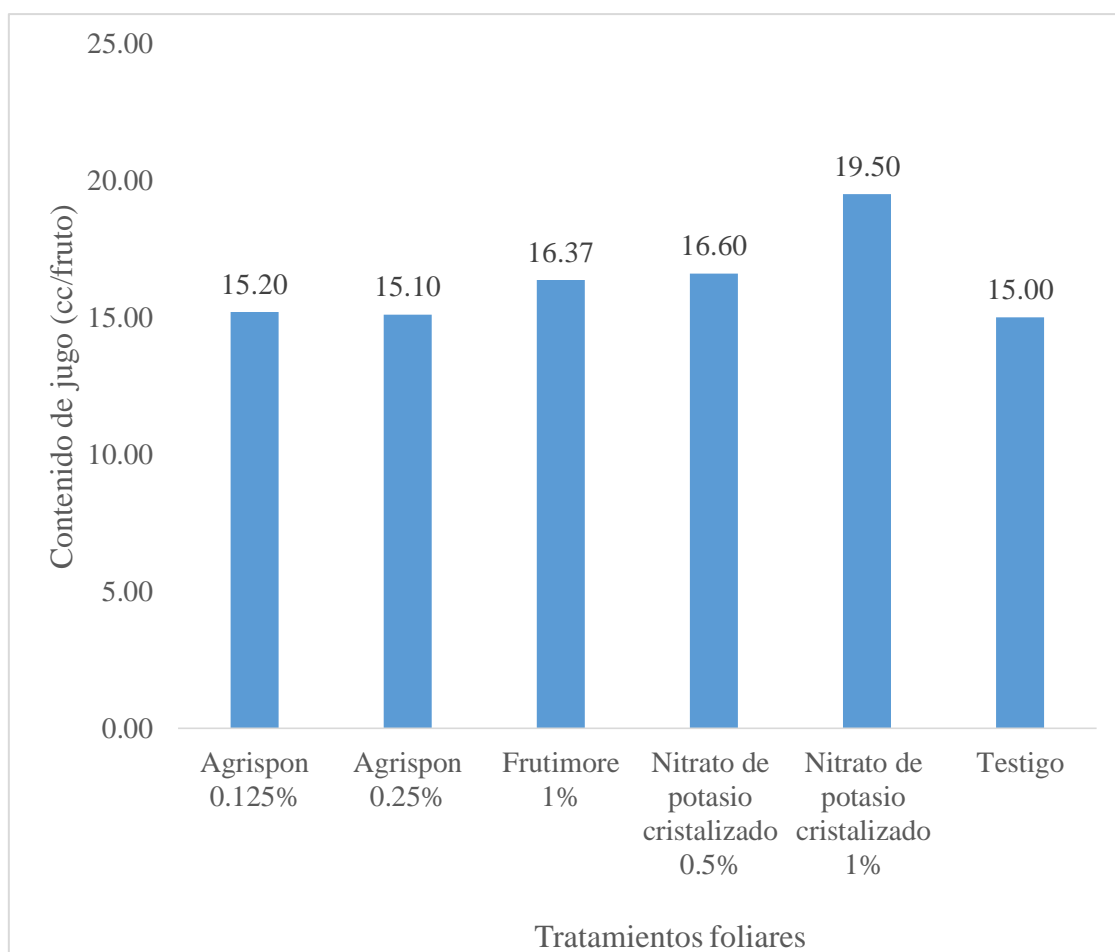


Gráfico 4.5. Efecto de tratamientos foliares sobre el contenido de jugo en limón sutil (cc./fruto)

4.8. pH

Para la característica pH del jugo de limón, el Análisis de Varianza del cuadro 4.14, indica que los tratamientos no alcanzaron significación estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 8.35%.

La prueba de Duncan 0.05 del cuadro 4.15, confirman los resultados de la no significación estadística de Análisis de Varianza para los tratamientos, lo que quiere decir que los tratamientos fueron estadísticamente iguales entre sí.

Numéricamente se observa que el pH del jugo de limón sutil varió 2.04 a 2.17, correspondiente a los tratamientos Nitrato de potasio cristalizado al 1% y Nitrato de potasio cristalizado al 0.5%.

Los resultados encontrados coinciden a los reportados por CASTILLO (2000) quién encontró una variación de 2.09 a 2.17 para diversos tratamientos de bioestimulantes aplicados sobre el crecimiento de frutos de limón sutil, además este bajo nivel de pH es característico para esta especie, tal como lo refiere FRANCIOSI (1985).

Cuadro 4.14. Análisis de Varianza para pH del jugo de frutos de limón sutil

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	0.17	0.09	2.90	ns
Tratamientos	5	0.03	0.006	0.19	ns
Error exptal.	10	0.31	0.031		
Total	17	0.51			

CV= 8.35%

ns = no significativo

Cuadro 4.15. Prueba de Duncan 0.05 para pH del jugo de frutos de limón sutil

Clave	Tratamientos	pH del jugo frutos de limón sutil
T1	Agrispon 0.125%	2.11 a
T2	Agrispon 0.25%	2.09 a
T3	Frutimore 1%	2.12 a
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	2.17 a
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	2.04 a
T6	Testigo	2.12 a

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

4.9. ACIDEZ (%)

Para porcentaje de acidez, el Análisis de Varianza, muestra que no hubo significación estadística para los tratamientos. Se encontró un coeficiente de variabilidad de 4.75%.

Realizada la prueba de Duncan 0.05 para ver alguna diferencia entre los tratamientos aplicados (cuadro 4.17), los resultados confirman lo reportado por el Análisis de varianza, en el sentido que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Numéricamente podemos mencionar que el porcentaje de acidez varió de 7.33 a 7.93, en los tratamientos donde se aplicó Frutimore 1% y Nitrato de potasio cristalizado al 1%

Si bien no se han encontrado diferencias entre los tratamientos para esta característica, sin embargo, los valores obtenidos están dentro de los rangos de 7 a 9, valores indicados para el limón sutil por FRANCIOSI (1985). De otro lado CASTILLO (2000), encontró diferencias estadísticas significativas para porcentaje de acidez aplicando bioestimulantes, los valores oscilaron entre 8.66% a 7.20%.

Cuadro 4.16. Análisis de Varianza para acidez en frutos de limón sutil (%)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	0.11	0.06	0.46	ns
Tratamientos	5	0.87	0.17	1.31	ns
Error exptal.	10	1.31	0.13		
Total	17	2.29			

CV= 4.75%

ns = no significativo

Cuadro 4.17. Prueba de Duncan 0.05 para acidez en frutos de limón sutil (%)

Clave	Tratamientos	Acidez en frutos de limón sutil (%)
T1	Agrispon 0.125%	7.40 a
T2	Agrispon 0.25%	7.83 a
T3	Frutimore 1%	7.33 a
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	7.53 a
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	7.93 a
T6	Testigo	7.50 a

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

4.10. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%)

El Análisis de Varianza del cuadro 4.18, indica que la fuente de variabilidad tratamientos no alcanzó significación estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 3.19%.

La prueba de Duncan 0.05 corrobora la no significación estadística encontrada para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que quiere decir que entre ellos son estadísticamente iguales (cuadro 4.18).

En promedio el porcentaje de sólidos solubles osciló entre 6.80% a 7.20%. Al respecto CASTILLO (2000), para esta característica encontró diferencias estadísticas significativas, reportando valores entre 6.48% y 8.25%. Así mismo, GUZMAN (1999), reporta valores de sólidos solubles totales de 8.5% a 8.6%.

De los resultados obtenidos se deduce que los tratamientos foliares aplicados no influenciaron sobre el porcentaje de sólidos solubles de los frutos de limón sutil y que las diferencias con los valores reportados por CASTILLO (2000) y GUZMAN (1999), se deben principalmente a la naturaleza de los tratamientos aplicados en estas investigaciones y a las condiciones y forma como se condujeron.

Cuadro 4.18. Análisis de Varianza para sólidos solubles totales (%)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	0.28	0.14	2.8	ns
Tratamientos	5	0.25	0.05	1.0	ns
Error exptal.	10	0.54	0.05		
Total	17	1.07			

CV= 3.19%

ns = no significativo

Cuadro 4.19. Prueba de Duncan 0.05 para sólidos solubles totales en frutos de limón sutil (%)

Clave	Tratamientos	Sólidos solubles totales (%)
T1	Agrispon 0.125%	6.97 a
T2	Agrispon 0.25%	6.80 a
T3	Frutimore 1%	7.00 a
T4	Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	7.20 a
T5	Nitrato de potasio cristalizado 1%	7.03 a
T6	Testigo	7.00 a

Nota: Promedios que aparecen con la misma letra son iguales caso contrario son diferentes

4.11. ANÁLISIS ECONÓMICO

En la realización del análisis económico de los tratamientos se tuvo en cuenta lo siguiente:

1. Se calculó el costo de producción base de manejo del cultivo en la que se incluyó el costo de las labores realizadas y el valor de los insumos aplicados por el productor. El costo de los insumos y el de mano de obra, corresponden a noviembre del 2016 y otros a febrero del 2017, ya que en caso de algunos insumos como insecticidas fueron adquiridos en febrero.
2. El precio de venta por kilogramo de limón sutil en chacra fue de S/.1.85 soles, este fue el promedio del precio de mercado entre los meses de diciembre 2016 y enero a abril de 2017.
3. Con el rendimiento obtenido en cada tratamiento y el precio de venta en chacra por kilogramo de limón sutil se calculó el Valor Bruto de la Producción (VBP), a dicho valor se le resto el costo de producción se obtuvo la Utilidad Neta (UN). Como parámetro de evaluación de la rentabilidad se utilizó la relación Beneficio/Costo.

El tratamiento foliar con el cual se obtuvo la mayor relación Beneficio/Costo fue con la aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1% con un valor de 1.29, el segundo lugar fue para aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 0.5% con 1.13. El tratamiento testigo (sin tratamiento foliar), alcanzó la menor relación Beneficio/Costo con un valor de 0.94 (cuadro 4.20)

Los resultados obtenidos indican que con los Nitrato de potasio cristalizado aplicado al 1% y 0.5%, respectivamente, la relación Beneficio/Costo es mayor en relación al testigo, es decir que por cada sol que se invierte se gana 1.29 y 1.13 centavos de sol, en comparación al testigo que solo se gana 0.94 centavos por sol invertido.

Cuadro 4.20. Análisis económico

Tratamientos	Clave	Costo de Producción (CP) (S/.)	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Valor Bruto de la Producción (S/.)	Utilidad Neta (UN) (S/)	Relación B/C
Agrispon 0.125%	T1	6,567.44	6.94	12.83900	6,271.56	0.96
Agrispon 0.25%	T2	6,852.34	7.30	13,505.00	6,652.66	0.97
Frutimore 1%	T3	6,708.50	7.13	13,190.50	6,482.00	0.97
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	T4	6,517.28	7.51	13,893.50	7,376.22	1.13
Nitrato de potasio cristalizado 1%	T5	6,774.31	8.40	15,540.00	8,765.69	1.29
Testigo	T6	5,738.17	6.03	11,155.50	5,417.33	0.94

Precio de venta por kilogramo de limón sutil en chacra S/.1.85 soles (Promedio entre diciembre 2016 y enero a abril de 2017)

Valor Bruto de la Producción (VBP)= Rendimiento por precio de venta

Utilidad Neta = Valor Bruto de la producción – Costo de Producción

Relación Beneficio/Costo = Utilidad Neta entre Costo de producción

Cuadro 4.21. Costo de producción de los tratamientos por hectárea (S/.)

Tratamientos	Costo de producción base	Cantidad de fertilizantes dos aplicaciones por tratamiento	Costo de fertilizantes según tratamientos (2 aplicaciones)	Costo de aplicación de tratamientos	Costos de cosecha		Costo de producción total (S/.)
					Numero de cajas según rendimiento	Costo de cosecha según rendimiento de cada tratamiento	
Agrispon 0.125%	4,165.15	1.72	223.60	368.25	301.74	1,,810.44	6,567.44
Agrispon 0.25%	4,165.15	3.42	444.60	368.25	317.39	1,904.34	6,852.34
Frutimore 1%	4,165.15	13.70	315.10	368.25	310.00	1,860.00	6,708.50
Nitrato de potasio cristalizado 0.5%	4,165.15	6.84	24.76	368.25	326.52	1,959.12	6,517.28
Nitrato de potasio cristalizado 1%	4,165.15	13.70	49.59	368.25	365.22	2,191.32	6,774.31
Testigo	4,165.15	--	-	-	262.17	1,573.02	5,738.17

Calculo del costo de aplicación

- Volumen de agua aplicado por hectárea: 685.44 litros
- Doce jornales para la operación de aplicación S/. 368.25 soles
- Costo de aplicación calculado por hectárea S/. 368.25 soles

Costo de cosecha según tratamiento

- Se obtuvo multiplicando el costo de cosecha por caja (23 kg.) saneada o clasificada igual a S/. 6.0 soles por el número de cajas según rendimientos de los tratamientos

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Los tratamientos foliares influyeron significativamente sobre el crecimiento del fruto de limón sutil. La aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1%, en las evaluaciones de crecimiento de fruto realizadas, produjo el mayor crecimiento de fruto en diámetro ecuatorial.
2. En ocho cosechas realizadas el tratamiento Nitrato de potasio cristalizado al 1%, produjo el mayor rendimiento con 8.40 t. ha⁻¹.
3. Los tratamientos aplicados no influyeron significativamente sobre las características pH, porcentaje de acidez y porcentaje de sólidos solubles totales
4. La aplicación de Nitrato de potasio cristalizado al 1% produjo la mayor relación Beneficio –Costo con 1.29

RECOMENDACIONES

Para las condiciones de clima y suelo donde se realizó la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Aplicar como tratamiento foliar Nitrato de potasio cristalizado al 1% en dos aplicaciones, ya que éste produjo el mayor rendimiento de fruto de limón por hectárea.
2. Evaluar la aplicación de Nitrato de potasio cristalizado en otras concentraciones y en combinación con bioestimulantes.
3. Evaluar otros tratamientos foliares en combinación con dosis de fertilización al suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABARCA.2015. Efecto de tres mezclas de fertilizantes más polímero hidroabsorbente en el cultivo de limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) Valle de Cienguillo Sur – Caserío Las Vegas, Piura. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 88 págs.
2. AGROMUNDO. Ficha técnica del producto Agrispon en: <http://www.agromundoltda.com/index.php/catalogo-de-productos/item/1-fertilizantes/543-agrispon-sl>
3. CASTILLO. 2000. Efecto de Agrispon, Triggrr, Biozyme, Promalina y Ryzup, sobre el crecimiento y desarrollo de frutos de limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle) en el departamento de Piura. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 95 págs.
4. DELGADO DE LA FLOR. 1984. La planta. Biblioteca Agropecuaria del Perú, NETS editores. Lima – Perú.62 págs.
5. FORMULAGRO. 1994. Aplicación de Biozyme en diversos cultivos. Boletín Técnico Lima- Perú. 5 págs.
6. FRANCIOSI. 1985. Manual de cultivo de frutales. EDITORIAL FOPEX. Trujillo- Perú. 237 págs.
7. GUZMAN, SANDOVAL Y BENITES. 1982. Estudio de fertilización de NPK, en el rendimiento y calidad del limonero (*citrus aurantifolia* Swingle) Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 20-36 pp.
8. HAIFA, 2009. Haifa leaflet Multi K -Your potassium of choice“, 2009.
9. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). 1999. Normas Técnicas Frutas: Limón sutil- Requisito. Lima- Perú. 6 págs.
10. LEÓN. 1982. Botánica de los cultivos tropicales. Lima- Perú. 244 – 245 pp..
11. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO – MINAGRI (2015). Estadística Agraria de la Región Piura.
12. MORÍN.1988. Cultivo de cítricos. Editorial jurídica Lima, Perú. 339 págs.
13. Nitrato de potasio en: <http://www.kno3.org/es/product-features-a-benefits/potassium-nitrate-product-features-and-benefits-overview>.

14. PMLLatina.2016. Ficha Técnica del producto FRUTIMORE
http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/ usos/..%5Cproductos%5C4924_33.htm<http://itagro.com.pe/wp-content/uploads/2013/02/FRUTIMORE-2.pdf>.
15. SILVESTRE PERÚ SAC. 2016. Ficha técnica del producto AGRISPON. 5 págs.
16. VEGAS Y NARREA. 2011. Manejo integrado del cultivo de limón. Jornada de capacitación técnica UNALM- AGROBANCO. 43 Pág.

ANEXOS

ANEXO 1. Costo de mantenimiento de cultivo de Limón sutil por hectárea/año (s/.)

Sector: Cieneguillo Sur – Piura

Edad: 7 años

Distanciamiento: 6 m. entre plantas y 7 m. entre líneas

Número de plantas por hectárea: 238.

RUBRO	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total (S/.)
A. Labores de cultivo				1,740.00
1. Poda	Jornal	3	30.00	90.00
2. Riegos (10)	Jornal	10	30.00	300.00
3. Deshierbos (5)	Jornal	15	30.00	450.00
4. Fertilización al suelo	Jornal	12	30.00	360.00
5. Aplicaciones foliares	Jornal	8	30.00	240.00
6. Control fitosanitario	Jornal	10	30.00	300.00
B. Insumos agrícolas y materiales				5679.30
1. Fertilizantes (131 N, 92 P ₂ O ₅ , 75 K ₂ O				
- Sulfato de amonio	Bolsas	9.0	36.00	324.00
- Fosfato diamónico	Bolsas	4.0	80.00	320.00
- Sulfato de potasio	Bolsas	3.0	110.00	330.00
2. Insecticidas		-	5.00	3330.00
- Sanmite	Kg.	1.0	460.00	460.00
- Winton	litro	1.0	80.00	80.00
3. Foliares				
- Fetrilon combi	kg.	1.0	95.00	95.00
- Calcio y boro	litro	6-0	40.00	240.00
4. Material de cosecha	Sacos	100	0.80	80.00
5. Canon de agua (ha.)	-	-	-	117.50
C. Imprevistos (10% de A+B)				378.65
TOTAL				4,165.15

ANEXO 2. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil al inicio de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	4.30	3.10	3.40	3.60	4.80	3.80	23.00
II	3.10	5.10	4.10	3.90	5.50	3.50	25.20
III	4.50	6.80	5.00	4.15	4.70	3.40	28.85
Total	12.2	15.00	12.50	11.65	15.00	10.70	77.05
Promedio	4.07	5.00	4.17	3.88	5.00	3.57	4.28

ANEXO 3. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 15 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	7.20	6.30	5.40	7.10	8.35	5.60	39.95
II	6.40	5.70	6.90	6.80	9.15	6.30	41.25
III	7.35	8.10	7.80	7.60	8.00	6.20	45.05
Total	20.95	20.10	20.10	21.50	25.50	18.10	126.25
Promedio	6.98	6.70	6.70	7.17	8.50	6.03	7.01

ANEXO 4. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	10.15	10.60	9.10	11.20	13.45	7.40	61.90
II	9.10	9.40	11.00	9.60	14.60	10.20	63.90
III	10.60	11.00	9.60	10.70	12.30	9.50	63.70
Total	29.85	31.00	29.70	31.50	40.35	27.10	189.50
Promedio	9.95	10.33	9.90	10.50	13.45	9.03	10.53

ANEXO 5. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	17.75	15.20	16.45	16.70	21.80	16.15	104.05
II	18.60	16.75	14.50	15.45	20.00	15.40	100.70
III	15.00	17.60	15.30	18.00	22.00	14.00	101.90
Total	51.35	49.55	46.25	50.15	63.80	45.55	306.65
Promedio	17.12	16.52	15.42	16.72	21.27	15.18	17.04

ANEXO 6. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	20.10	22.40	19.60	21.10	25.20	18.15	126.55
II	18.75	20.60	21.80	22.00	23.60	17.80	124.55
III	19.20	23.80	17.45	23.15	21.35	16.30	121,25
Total	58.05	66.80	58.85	66.25	70.15	52.25	372.35
Promedio	19.35	22.27	19.62	22.08	23.38	17.42	20.69

ANEXO 7. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	30.40	36.30	29.20	31.60	34.60	26.70	188.80
II	28.60	31.80	33.40	35.25	39.20	28.45	196.70
III	33.15	34.20	29.20	34.00	35.27	30.70	196.52
Total	92.15	102.30	91.80	100.85	109.07	85.85	582.02
Promedio	30.72	34.10	30.60	33.62	36.36	28.62	32.34

ANEXO 8. Diámetro ecuatorial de frutos de limón sutil a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos (mm.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	35.40	41.30	36.20	36.60	39.60	31.70	220.80
II	33.60	36.80	38.40	38.25	44.20	33.45	224.70
III	38.15	39.20	34.20	39.00	38.27	35.70	224.52
Total	107.15	17.30	108.80	113.85	122.07	100.85	
Promedio	35.72	39.10	36.27	37.95	40.69	33.62	

ANEXO 9. Peso de fruto de limón sutil (g.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	38.60	36.30	38.70	39.70	42.30	36.20	231.80
II	41.40	38.60	35.20	36.25	45.60	34.10	231.15
III	40.20	36.90	36.70	38.10	43.15	35.40	230.45
Total	120.20	111.80	110.60	114.05	131.05	105.70	693.40
Promedio	40.07	27.27	36.87	38.02	43.68	35.23	38.52

ANEXO 10. Rendimiento de fruto de limón sutil de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	86.24	88.20	85.40	91.40	102.04	72.00	525.28
II	82.36	79.08	87,80	95.20	96.92	67.16	508.52
III	81.60	95.76	83.60	84.00	103.80	78.16	526.92
Total	250.20	263.04	256.80	270.60	302.76	217.32	1560.72
Promedio	83.40	87.68	85.60	90,20	100.92	72.44	86.71

ANEXO 11. Rendimiento de fruto de limón sutil de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	7.18	7.34	7.11	7.61	8.50	5.99	43.73
II	6.86	6.58	7.31	7.93	8.07	5.59	42.34
III	6.79	7.97	6.96	6.99	8.64	6.51	43.86
Total	20.83	21.89	21.38	22.53	25.21	18.09	129.93
Promedio	6.94	7.30	7.13	7.51	8.40	6.03	7.22

ANEXO 12. Rendimiento de fruto de limón sutil súper extra de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	11.08	12.20	11.96	12.96	12.08	11.28	71.56
II	10.24	10.24	10.96	11.64	13.92	7.44	64.44
III	10.84	11.88	10.56	10.44	14.20	9.24	67.16
Total	32.16	34.32	33.48	35.04	40.20	27.96	203.16
Promedio	10.78	11.14	11.16	11.68	13.40	9.32	11.20

ANEXO 13. Rendimiento de fruto de limón sutil súper extra de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	0.92	1.02	1.00	1.08	1.01	0.94	5.97
II	0.85	0.85	0.91	0.97	1.16	0.62	5.36
III	0.90	0.99	0.88	0.87	1.18	0.77	5.59
Total	2.67	2.86	2.79	2.92	3.25	2.33	16.92
Promedio	0.89	0.95	0.93	0.97	1.12	0.78	0.94

ANEXO 14. Rendimiento de fruto de limón sutil extra de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	15.88	18.00	14.64	16.64	20.24	12.72	98.12
II	15.48	15.36	16.56	18.44	19.24	12.48	97.56
III	15.32	16.80	17.52	16.40	18.96	15.48	100.48
Total	46.68	50.16	48.72	51.48	58.44	40.68	296.16
Promedio	15.56	16.72	16.24	17.16	19.48	13.56	16.45

ANEXO 15. Rendimiento de fruto de limón sutil extra de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	1.32	1.50	1.22	1.39	1.69	1.06	8.18
II	1.29	1.28	1.38	1.54	1.60	1.04	8.13
III	1.28	1.40	1.46	1.37	1.58	1.29	8.38
Total	3.89	4.18	4.06	4.30	4.87	3.39	24.69
Promedio	1.30	1.39	1.35	1.43	1.62	1.13	1.37

ANEXO 16. Rendimiento de fruto de limón sutil Primera de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	27.96	28.20	27.60	27.60	34.20	24.00	169.56
II	27.12	26.88	29.04	34.08	31.92	21.72	170.76
III	28.56	34.56	30.72	30.48	38.40	27.00	189.72
Total	83.64	89.64	87.36	92.16	104.52	72.72	530.04
Promedio	27.88	29.88	29.12	30.72	34.84	24.24	29.45

ANEXO 17. Rendimiento de fruto de limón sutil Primera de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	2.33	2.35	2.30	2.30	2.85	2.00	14.13
II	2.26	2.24	2.42	2.84	2.66	1.81	14.23
III	2.38	2.88	2.56	2.54	3.20	2.25	15.81
Total	6.97	7.47	7.28	7.68	8.71	6.06	44.17
Promedio	2.32	2.49	2.43	2.56	2.90	2.02	2.45

ANEXO 18. Rendimiento de fruto de limón sutil Segunda de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	21.84	24.08	25.60	24.60	27.76	18.72	142.60
II	21.72	23.48	23.16	26.24	25.56	20.40	140.56
III	22.80	23.60	20.48	22.36	26.72	21.60	137.56
Total	66.36	71.16	69.24	73.20	80.04	60.72	420.72
Promedio	22.12	23.72	23.08	24.40	27.68	19.24	23.37

ANEXO 19. Rendimiento de fruto de limón sutil Segunda de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	1.82	2.01	.13	2.05	2.31	1.56	11.88
II	1.81	1.96	1.93	2.19	2.13	1.70	11.72
III	1.90	1.96	1.70	1.86	2.22	1.80	11.44
Total	5.53	5.93	5.76	6.10	6.66	5.06	35.04
Promedio	1.84	1.98	1.92	2.03	2.22	1.69	1.95

ANEXO 20. Rendimiento de fruto de limón sutil Fábrica de Ocho cosechas de cuatro plantas por unidad experimental (kg/unidad experimental.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	9.48	5.72	5.60	9.60	7.76	5.28	43.44
II	7.68	3.12	8.08	4.80	6.28	5.12	35.08
III	4.08	8.92	4.32	4.32	5.52	4.84	32.00
Total	21.24	17.76	18.00	18.72	19.56	15.24	110.52
Promedio	7.08	5.92	6.00	6.24	6.52	5.08	6.14

ANEXO 21. Rendimiento de fruto de limón sutil Fábrica de ocho cosechas (t.ha⁻¹.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	0.79	0.48	0.47	0.80	0.65	0.44	3.63
II	0.64	0.26	0.67	0.40	0.52	0.43	2.92
III	0.34	0.74	0.36	0.36	0.46	0.40	2.66
Total	1.77	1.48	1.50	1.56	1.63	1.27	9.21
Promedio	0.59	0.49	0.50	0.52	0.54	0.42	0.51

ANEXO 22. Contenido de jugo en fruto de limón sutil (cc.)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	13.30	17.60	15.35	18.30	18.90	16.70	100.15
II	16.20	14.00	16.15	16.10	20.10	14.30	96.85
III	16.10	13.70	17.61	15.40	19.50	14.00	96.31
Total	45.60	45.30	49.11	49.80	58.50	45.00	293.31
Promedio	15.20	15,10	16.37	16.60	19.50	15.00	16.30

ANEXO 23. pH en frutos de limón sutil

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	2.27	2.23	2.40	2.25	22.00	2-30	13.45
II	2.10	2.06	2.00	1.87	1.90	2.13	12.06
III	1.95	1.97	1.95	2.40	2.22	1.93	12.42
Total	6.32	6.26	6.35	6.52	6.12	6.36	37.93
Promedio	2.11	2.09	2.12	2.17	2.04	2,12	2.11

ANEXO 24. Acidez en frutos de limón sutil (%)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	7.60	8.00	7.30	6.85	7.70	7.75	45.20
II	7.20	7.90	7.10	7.55	8.15	7.30	45.20
III	7.40	7.60	7.60	8.20	7.95	7.45	46.20
Total	22.20	23.50	22.00	22.60	23.80	22.50	136.60
Promedio	7.40	7.83	7.33	7.53	7.93	7.50	7.59

ANEXO 25. Sólidos solubles totales en frutos de limón sutil (%)

Bloque	Tratamientos foliares						Total
	Agrispon 250	Agrispon 500	Frutimore	Nitrato de potasio cristalizado 1 kg/ha.	Nitrato de potasio cristalizado 2 kg/ha	Testigo	
I	7.15	7.00	7.30	7.10	7.30	7.20	43.05
II	6.85	7.10	6.80	6.80	7.20	6.70	41.45
III	6.90	6.30	6.90	7.20	7.10	7.10	41.50
Total	20.09	20.40	21.00	21.10	21.60	21.00	126.00
Promedio	6.97	6.80	7.00	7.03	7.00	7.00	7.00

ANEXO 26. Productos que se emplearon en la investigación.



AGRISPON



FRUTIMORE



NITRATO DE POTASIO
CRISTALIZADO

ANEXO 27. Estados de frutos seleccionaos para la evaluación de crecimiento.



ANEXO 28. Materiales y equipos usados en la investigación



ANEXO 29. Aplicación de tratamientos.



ANEXO 30. Evaluación de calibre de fruto según clasificación.

